



ИННОВАЦИИ И ДОЛГОВЕЧНОСТЬ ОБЪЕКТОВ ТРАНСПОРТНОЙ ИНФРАСТРУКТУРЫ (МАТЕРИАЛЫ, КОНСТРУКЦИИ, ТЕХНОЛОГИИ)

Материалы V Всероссийской
научно-практической конференции

САНКТ-ПЕТЕРБУРГСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ
АРХИТЕКТУРНО-СТРОИТЕЛЬНЫЙ УНИВЕРСИТЕТ, 2024

Министерство науки и высшего образования
Российской Федерации

Санкт-Петербургский государственный
архитектурно-строительный университет

**ИННОВАЦИИ И ДОЛГОВЕЧНОСТЬ
ОБЪЕКТОВ ТРАНСПОРТНОЙ ИНФРАСТРУКТУРЫ
(МАТЕРИАЛЫ, КОНСТРУКЦИИ, ТЕХНОЛОГИИ)**

Материалы V Всероссийской
научно-практической конференции

Санкт-Петербург
2024

УДК 625:624

Рецензенты:

канд. техн. наук, доцент *М. А. Овчинников*
(генеральный директор ООО «НПФ «Топоматик»);
д-р техн. наук, профессор *Ю. Г. Лазарев* (директор Высшей школы
промышленно-гражданского и дорожного строительства
Санкт-Петербургского политехнического университета Петра Великого)

Инновации и долговечность объектов транспортной инфраструктуры (материалы, конструкции, технологии) : Материалы V Всероссийской научно-практической конференции / под ред. М. П. Клековкиной [и др.] ; Санкт-Петербургский государственный архитектурно-строительный университет. – Санкт-Петербург : СПбГАСУ, 2024. – 84 с. – Текст : непосредственный.

ISBN 978-5-9227-1347-4

Представлены статьи участников Всероссийской научно-практической конференции, прошедшей в Санкт-Петербургском государственном архитектурно-строительном университете.

Печатается по решению Научно-технического совета СПбГАСУ

Редакционная коллегия:

М. П. Клековкина (председатель);
Б. Н. Карпов;
В. А. Быстров;
Е. Н. Корныльев;
А. С. Симонова

ISBN 978-5-9227-1347-4

© Авторы статей, 2024
© Санкт-Петербургский государственный
архитектурно-строительный университет, 2024

УДК 625.7/.8

Иван Андреевич Виноградов,
магистрант
(Санкт-Петербургский государственный
архитектурно-строительный университет)
E-mail: dfyz301199@mail.ru

Ivan Andreevich Vinogradov,
Master's degree student
(Saint Petersburg State University
of Architecture and Civil Engineering)
E-mail: dfyz301199@mail.ru

АНАЛИЗ И ТЕХНИЧЕСКИЕ РЕШЕНИЯ ПО ОРГАНИЗАЦИИ ВОДООТВЕДЕНИЯ НА АВТОМОБИЛЬНЫХ ДОРОГАХ НИЗКОЙ ТЕХНИЧЕСКОЙ КАТЕГОРИИ

ANALYSIS AND TECHNICAL SOLUTIONS FOR THE ORGANIZATION OF DRAINAGE ON HIGHWAYS OF LOW TECHNICAL CATEGORY

Любая дорога вне зависимости от категории оснащается комплексом водоотводных сооружений. Дороге с проблемами водоотвода требуется более частый ремонт и восстановление, чем той, на которой водоотвод функционирует нормально. Особенно остро, эта проблема стоит в районах севера на дорогах низкой технической категории. Так как именно здесь приходится сталкиваться с такими факторами как низкое качество содержания автомобильной дороги, недостаток финансирования и т. д. Дороги, расположенные на косых склонах в районах с холодным климатом, могут подвергаться листовому обледенению. Хорошим решением во многих местах была установка нагревательного кабеля на дне канавы для предотвращения замерзания воды. В отчете компании ROADEX, проводившей исследования систем водоотведения на дорогах низкой категории отмечено, что глубокий дренаж в верхней части дороги также помог решить проблемы со льдом во многих местах. Еще одной проблемой обеспечения водоотвода, особенно для участков выемок, является сползание материала переувлажненных откосов в канавы и блокировка потока воды, что приводит к повышению уровня грунтовых вод. Она решается в поддержке внутренних и внешних откосов грубым материалом или гидропосевом. Контролировать уровень дна канав и определять объекты, которые блокируют поток воды можно с помощью георадара и лазерного сканера. Задача поддержания системы водоотвода в надлежащем состоянии является, возможно, самой выгодной мерой для владельцев дорог, обеспечивая устойчивость и экономичность системы управления состоянием дорог.

Ключевые слова: водоотводные сооружения, организация водоотвода, геотекстиль, дороги низкой технической категории, наледь, нагревательный кабель, морозоизоляция, фильтрующая способность.

Any road, regardless of category, is equipped with a complex of drainage facilities. A road with drainage problems requires more frequent repair and refurbishment than one with normal drainage. This problem is especially acute in the regions of the north on roads of a low technical category. Since it is here that one has to deal with such factors as the poor quality of road maintenance, lack of funding, etc. Roads located on sloping slopes in areas with a cold climate may be subject to sheet icing. A good solution in many places was to install a heating cable at the bottom of the ditch to keep the water from freezing. A report by ROADEX, which conducted a study of drainage systems on low-grade roads, noted that deep drainage at the top of the road also helped solve ice problems in many places. Another problem in ensuring drainage, especially for cut areas, is the sliding of waterlogged slope material into ditches and blocking the flow of water, which leads to an increase in the groundwater level. It is solved in the support of internal and external slopes with coarse material or hydroseeding. You can control the level of the bottom of the ditches and identify objects that block the flow of water using a georadar and a laser scanner. The task of maintaining the drainage system in good condition is perhaps the most beneficial measure for road owners, ensuring the sustainability and cost-effectiveness of the road condition management system.

Keywords: drainage structures, drainage organization, geotextile, roads of low technical category, ice, heating cable, frost insulation, filtering ability.

Безусловно, главным врагом дороги является вода в любых своих физических состояниях, будь то жидкость или лед. Вода играет ключевую роль в жизненном цикле любой транспортной инфраструктуры, влияя на ее транспортно-эксплуатационные характеристики. Известно, что отсутствие переизбытка влаги в дорожных конструкциях и грунтах земляного полотна означает надлежащее функционирование дороги. Избыточное влагосодержание снижает несущую способность грунта, что приводит к ускоренному разрушению и укорачиванию срока службы дороги [1].

Любая дорога вне зависимости от категории оснащается комплексом водоотводных сооружений. Цель данных мероприятий – увести воду как можно дальше от полотна автомобильной дороги. Таким образом, комплекс водоотводных сооружений можно определить, как жизненно необходимый для долговременной и безопасной эксплуатации автомобильной дороги. Однако, они же подвержены наиболее быстрому износу и необходимости качественного содержания, так как постоянно сталкиваются с гидрологическим воздействием [2].

Особенно остро, эта проблема стоит в районах севера на дорогах низкой технической категории. Так как именно здесь приходится сталкиваться с такими факторами как низкое качество содержания автомобильной дороги, недостаток средств, нарушение межремонтных сроков, к чему добавляется зачастую несоответствующая категории дороги интенсивность движения, многократные циклы замораживания и оттаивания, устаревшие технологические и конструктивные решения. Избыточное влагосодержание снижает несущую способность грунта, что приводит к ускоренному разрушению и укорачиванию срока службы дороги. В таких случаях дороге с проблемами водоотвода требуется более частый ремонт и восстановление, чем той, на которой водоотвод функционирует нормально.

По данным министерства транспорта РФ на 2020 год сеть дорог регионального и межмуниципального значения насчитывает 494,7 тыс. км автомобильных дорог, из них 452 тыс. км это дороги с твердым покрытием и 42,7 тыс. км дороги с грунтовым покрытием. Большая часть этих дорог относится к 4 и 5 техническим категориям. В таблице 1 представлено процентное соотношение региональных дорог для Северо-западного федерального округа, находящихся в нормативном состоянии, по данным национально-го проекта Безопасные и качественные дороги.

Процентное соотношение региональных дорог для Северо-Западного федерального округа, находящихся в нормативном состоянии

Расчетные нагрузки, кН	115	100	60
Процентное соотношение автомобильных дорог федерального назначения в зависимости от расчетной нагрузки, %	34	62	4
Процентное соотношение автомобильных дорог опорной сети в зависимости от расчетной нагрузки, %	25	63	12
Процентное соотношение автомобильных дорог регионального или межмуниципального значения в зависимости от расчетной нагрузки, %	4	48	48

Данные говорят о наличии огромной проблемы в функционировании региональной и межмуниципальной дорожной сети [3].

Наибольшая протяженность дорог относится к рассчитанным под нагрузку 6 и 10 тонн, что в существующих условиях постоянного увеличения грузопассажирского потока на автомобильных дорогах приводит к функционированию дороги в ненормативном состоянии.

Как уже было сказано зачастую именно несоответствующий водно-тепловой режим приводит к данным последствиям. При отсутствии надлежащих водоотводных устройств, несвоевременности их сооружения или при плохом содержании в период эксплуатации поверхностные воды могут причинить большой вред, такой как размыв земляного полотна, насыщение его водой, подтопление [4].

Обслуживание, а также ремонт систем водоотвода на автомобильных дорогах невозможен без использования с системного подхода к мониторингу и анализа. Данная модель требует первоначальные инвестиции для создания массива данных. Первоначально следует уделить внимание именно тем участкам, на котором водоотвод функционирует неудовлетворительно. Оценку состоянию всех систем водоотведения требуется давать комплексно в конце каждого окончания контракта обслуживания с интервалом 6–8 лет с целью определения проблемных участков и необходимости в улучшении.

Поэтапные работы включают в себя состояние дренажной системы, ее конструкцию, геологические условия. Есть несколько методов поиска проблем и путей их решения: обследование, визуальное инспектирование, анализ данных дорожных пользователей и подрядчиков по обслуживанию автомобильной дороги, показатели колеиности и ровности, а также материалы георадарных съемок.

Обозначим основные проблемы функционирования системы водоотвода на дорогах низких категорий:

- ненормативное состояние автомобильной дороги и дорожных сооружений;
- нарушение межремонтных сроков
- ненадлежащее выполнение комплекса работ по содержанию автомобильной дороги;

- отсутствие своевременной и современной диагностики состояния водоотводных сооружений;
- ошибки при проектировании водоотводных систем;
- прочие природно-климатические факторы или сложившиеся условиями функционирования автомобильной дороги.

Все эти проблемы возникают из-за недостаточного финансирования региональной дорожной сети, вследствие чего содержание, а в частности обслуживание водоотводных систем ненадлежащее или в противном случае вовсе отсутствует, что приводит к последующему разрушению автомобильной дороги в целом.

Отводные каналы часто являются наиболее проблематичными частями текущего обслуживания дренажных систем дорог. Однако они являются очень важными частями системы, поскольку отводят воду от проезжей части. Если отводная канава не работает должным образом, любые работы по обслуживанию дренажных сооружений ближе к дороге могут оказаться бесполезными. По этой причине состояние отводных канав следует проверять 1–2 раза в 10 лет и всегда в начале нового контракта на техническое обслуживание дренажа.

В зимний период дороги, расположенные на косых склонах в районах с холодным климатом, могут подвергаться листовому обледенению, особенно если уровень грунтовых вод в верхней части дороги находится очень близко к поверхности земли, а поток воды в грунте небольшой и относительно медленный [7]. В этом случае грунтовые воды, просачивающиеся в верхнюю канаву, не могут течь достаточно быстро из-за препятствия или низкого уклона и начинают замерзать и образовывать лед на дне канавы. Вода, поступающая в эту канаву, заполнит ее наледью. Ледяной покров образуется в канаве, когда поток грунтовых вод под дорогой блокируется изморозью на дороге, это также может быть распространенной проблемой на выемках в коренной породе дороги на склоне.

Если наледи появляется каждую зиму на одних и тех же участках, следует рассмотреть превентивные меры или сооружения [16]. Основными решениями этих проблем можно считать следующие меры: в период таяния следует убирать снег из боковых канав для обеспечения отвода поверхностных вод; использование глубокого

дренажа, а также устройство морозоизоляции. Инновационная технология во многих местах на дорогах Швеции и Норвегии была установка нагревательного кабеля на дне канавы для предотвращения замерзания воды. Местная солнечная панель может производить достаточно электроэнергии для нагревательного кабеля. Но это решение недостаточно еще испытано на дорогах, и применяется сейчас в населенных пунктах для обогрева ливневой канализации открытого и закрытого типа. Обогрев необходим на всем пути следования талой воды, поэтому в обязательном порядке обогреваются дождеприемные колодцы и ливневка по всей длине до колодца очистных систем [6]. В нашей стране данная технология требует более дательного анализа и экспериментальной базы.

В отчете компании ROADEX, проводившей исследования систем водоотведения на дорогах низкой категории отмечено, что глубокий дренаж в верхней части дороги также помог решить проблемы со льдом во многих местах. Ледяной покров на боковых канавах можно предотвратить с помощью специальных дренажных сооружений, которые отводят воду до того, как она достигнет боковых канав [8]. Эти конструкции, испытанные в рамках проекта строительства арктических дорог в финской Лапландии в конце 1980-х годов, доказали свою эффективность даже после 20 лет эксплуатации.

Еще одной проблемой обеспечения водоотвода, особенно для участков выемок, является сползание материала переувлажненных откосов в канавы и блокировка потока воды, что приводит к повышению уровня грунтовых вод. Проблема усугубляется, если в качестве грунта использованы мелкозернистый песок и суглинок, а уровень грунтовых вод расположен высоко.

Для решения этих проблем используются следующие решения: меры по отводу воды посредством водоотводных лотков или дренажных труб, заполнении канавы свободным дренажным материалом, геотекстилем. Но, одним из основных и самых дешевых в устройстве является гидравлический метод посева (рис. 1).

Один из инновационных способов улучшения состояния боковых канав заключается в поддержке внутренних и внешних откосов грубым материалом. Для этого сначала снимается старый мате-

риал на откосах, после чего поверх него укладывается геотекстиль и засыпается крупнозернистым материалом: щебнем, гравием и др. (около 250 мм). Российские строительные компании используют преимущественно термоскрепленный геотекстиль, западные фирмы отдают предпочтение иглопробивному. Высокая фильтрующая способность обуславливает пригодность этого материала для любых грунтов, в том числе глинистых. А недостаток прочности иглопробивного геотекстиля компенсируется применением армирующей геосетки.



а)



б)



в)

Рис. 1. Гидравлический метод посева

Рассмотрим инновации в организации водоотвода на испытательном полигоне в Ямса в Финляндии, где были испытаны различные опорные конструкции откосов канав (рис. 2, а). После расчистки и формирования канавы и бокового откоса на дно канавы уложили геотекстиль, дренажную трубу и крупнозернистый материал (рис. 2, б). После установки дренажной трубы и крупнозернистого материала они были покрыты другим геотекстилем (рис. 2, в). Новые агрегаты были размещены на внутреннем склоне (рис. 2, з) и на внешний склон (рис. 2, д).

Другой протестированный метод заключался в заполнении канавы свободным дренажным материалом [12]. Для этого на дно канавы укладывают геотекстиль, дренажную трубу и крупнозернистый материал. Дренажная труба и крупнозернистый материал обматываются геотекстилем. На внутренний и внешний откосы укладывается слой крупных заполнителей (рис. 2, е).



а)



б)



в)

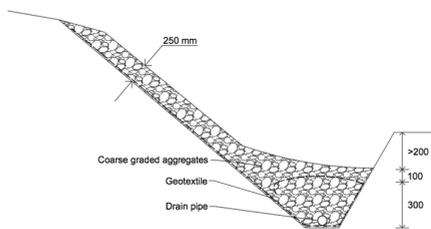


з)

Рис. 2, начало. Инновации в организации водоотвода на испытательном полигоне в Ямса, в Финляндии



д)



е)

Рис. 2, окончание. Инновации в организации водоотвода на испытательном полигоне в Ямса, в Финляндии

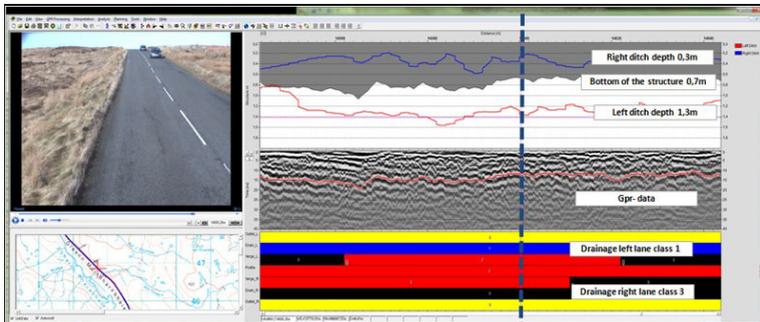
Одна из самых больших трудностей при обслуживании боковых канав заключается в том, как контролировать уровень дна канав и как определять объекты, которые блокируют поток воды. Крупные проблемы с дренажом можно обнаружить визуально, но найти более мелкие детали с движущегося автомобиля практически невозможно [13]. По этой причине можно применить новую технологию лазерного сканирования для обнаружения изменений в канавах [14]. С помощью этой техники подрядчики по техническому обслуживанию в будущем смогут своевременно реагировать на возникающие проблемы в кювете и, таким образом, предотвращать дальнейшее повреждение дорог.

Пример комплексного анализа данных георадара и информации лазерного сканера при анализе дренажа. Данные взяты с A857 Сторновой–Барвас на Западных островах. Вид сверху сравнивает глубину кювета (синий = справа, красный = слева) с нижним уровнем дорожной конструкции (серый) (рис. 3, а). Вид сверху показывает предполагаемую толщину дорожной конструкции (50 см) и измеренную глубину канав (красный = слева, синий = справа).

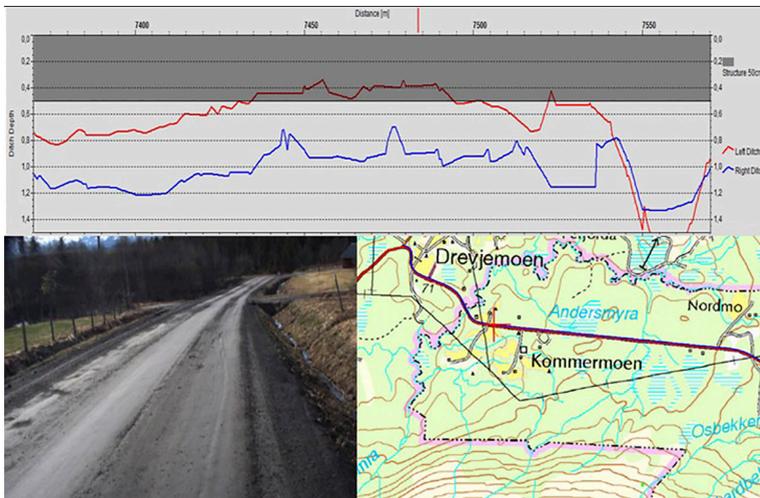
Правая канава глубже левой, и она в середине рисунка возвышается над расчетным дорожным сооружением. Пример из испытаний в Норвегии (рис. 3, б).

Известно, что неадекватный водоотвод является причиной снижения несущей способности дороги и ее срока службы [17]. Поэтому задача поддержания системы водоотвода в надлежащем

состоянии является, возможно, самой выгодной мерой для владельцев дорог, обеспечивая устойчивость и экономичность системы управления состоянием дорог, повышая срок службы дороги, по меньшей мере, в 1,5–2 раза. Отсюда следует, что эффективное содержание системы водоотвода должно стать приоритетным по отношению ко всем остальным мерам [18].



a)



b)

Рис. 3. Пример комплексного анализа данных георадара и информации лазерного сканера при анализе дренажа

Проблемы водоотводной системы на автомобильной дороге для «обычного класса водоотвода» можно решить при помощи текущих мер по содержанию, выполняемых с определенной периодичностью. Участки с «особым классом водоотвода» требуют специального мониторинга в период действия контракта на содержание, и для их улучшения потребуется не только текущее содержание. Эта концепция анализа состояния водоотвода и, особенно, «особого класса водоотвода» рассматривается в проектах компании ROADEX и имеет особый интерес при принятии решения по организации водоотведения на автомобильных дорогах низкой технической категории.

Литература

1. О долгосрочной государственной экономической политике: указ президента РФ от 7 мая 2012 г. № 596; – URL: <http://base.garant.ru/70170954/> (дата обращения: 20.10.2022).
2. ГОСТ Р 58818-2020. Дороги автомобильные с низкой интенсивностью движения. Проектирование, конструирование и расчет. Введен 07.01.2020. https://allgosts.ru/93/080/gost_r_58818-2020/
3. СП 34.13330.2012 Автомобильные дороги. Актуализированная редакция СНиП 2.05.02-85. Дата введения 2013-07-01. Москва, 2014.
4. СТО НОСТРОЙ 2.25.103-2013. Автомобильные дороги Устройство водоотводных и дренажных систем при строительстве автомобильных дорог и мостовых сооружений. Введен 24.06. 2013. Москва, 2014.
5. *Ханина И. В.* Инновации в дорожной отрасли: проблемы и перспективы / Ханина И. В., Иванова Л. Б. // Вестник ИрГТУ. – 2015. – № 12. – С. 54–58.
6. *Кожин А. Г.* Инновационная составляющая в развитии дорожного строительства / А. Г. Кожин. // Современные проблемы науки и образования. – 2012. – № 3. – С. 287. – URL: <https://elibrary.ru/item.asp?id=1782252713024552> (дата обращения: 20.10.2022).
7. *Зимелим Е. В.* Проблемы внедрения инноваций в дорожной отрасли / Е. В. Зимелим. // Управление инновациями: теория, методология, практика. – 106 2012. – № 3. URL: <https://www.elibrary.ru/item.asp?id=20682742> (дата обращения: 20.10.2022).
8. *Федорченко М. А.* Экономическое содержание понятия «инновация» и его специфика в дорожно-строительной отрасли. Журнал: Бизнес. Образование. Право. Вестник волгоградского института бизнеса 2015 № 1(30) с. 75–80.
9. *Четверткова Ю. Н.* Инновации в дорожном строительстве: путь безопасности и долговечности российских дорог / Ю. Н. Четверткова. // Дорожники. –

2015. – № 5. – С. 39–43. – URL: <https://elibrary.ru/item.asp?id=36977661> (дата обращения: 20.10.2022).

10. Федченко М. А. Управление инновациями в дорожном хозяйстве. Журнал: Вестник Удмуртского университета. 2015 Т.25, вып.2, URL:http://ru.vestnik.udsu.ru/files/originsl_articles/vuu_15_022_09.pdf

11. Дроздецкая Я. С. Сравнительный анализ технологий дорожного строительства Журнал: Информация как двигатель научного прогресса. 2017 с. 135–138 URL:<https://elibrary.ru/item.asp?id=28971025/>

12. National Cooperative Highway Research Program (NCHRP). Guide for Mechanistic-Empirical Design for New and Rehabilitated Pavement Structures: Part 4 Low volume Roads; Transportation Research Board: Washington, DC, USA, 2004.

13. ROADX II reports «Socio-economic impacts of road conditions on low volume roads», Svante Johansson Roads canners Sweden AB, July 2006.

14. Sven Ivarsson, vice chairman of the Board of the National Federation for Private Road Associations in Sweden, and Christina Malmberg Calvo, the World Bank. Private-Public Partnership for low volume roads the Swedish Private Roads Associations January 9, 2003.

15. Jerome W. Hall, Elizabeth W. Rutman, James D. Brogan. Highway Safety Challenges on Low-Volume Rural Roads. [Электронный ресурс] – Режим доступа: http://www.crab.wa.gov/LibraryData/RESEARCH_and_REFERENCE_MATERIAL (дата обращения 23.10.2022).

16. Саара Ахо, Тимо Сааренкето. Управление водоотводом на дорогах снизой интенсивностью движения, Пояснительная записка-резюме. апрель 2006. [Электронный ресурс] – Режим доступа: <https://www.roadex.org/wp-content/uploads/2014/01/RussianTranslation2.pdf>, свободный (дата обращения 23.10.2022).

17. Summary of drainage analysis in Umeå area in Sweden; seasonal tests and tools for outlet ditch inventory. [Электронный ресурс] – Режим доступа: <https://www.roadex.org/wp-content/uploads/2014/01/Summary-of-Drainage-Analysis-in-the-Umea-Area-Sweden-2012.pdf>, свободный (дата обращения 23.10.2022).

18. Drainage of Low Volume. [Электронный ресурс] – Режим доступа: <https://www.roadex.org/e-learning/lessons/drainage-of-low-volume-roads/> (дата обращения 23.10.2022).

УДК 004.42:625.7:625.089

Владислав Наилович Каныфаров,
магистрант
(Санкт-Петербургский государственный
архитектурно-строительный университет)
E-mail: vkanyafarov@mail.ru

Vladislav Nailovich Kanyafarov,
Master's degree student
(Saint Petersburg State University
of Architecture and Civil Engineering)
E-mail: vkanyafarov@mail.ru

ПОДГОТОВКА ГЕОДЕЗИЧЕСКОЙ ОСНОВЫ ДЛЯ СОЗДАНИЯ ПРОЕКТНОЙ ПОВЕРХНОСТИ

PREPARATION OF THE GEODETIC BASIS FOR THE CREATION OF THE DESIGN SURFACE

В данной статье рассмотрен процесс производства работ по фрезерованию дорожной одежды от снятия контрольных точек существующей поверхности автомобильной дороги для разработки проектной поверхности до реализации строительно-монтажных работ. Рассмотрен порядок разработки проектной поверхности на примере программного комплекса «Robur», позволяющего качественно и оперативно получить требуемую поверхность, которая затем будет загружена в бортовой компьютер дорожной фрезы, оснащенной 3D системой. Описаны основные элементы 3D системы, их назначение и порядок работы с данной системой от загрузки данных до начала работ.

Ключевые слова: выравнивание покрытия, дорожная одежда, фрезерование, визуализация, ремонт, моделирование, Топоматик Robur, технология, устройство.

This article describes the process of milling the pavement from the removal of control points of the existing surface of the highway for the development of the design surface to the implementation of construction and installation works. The procedure for developing a design surface is considered using the example of the Robur software package, which allows to obtain the required surface efficiently and quickly, which will then be loaded into the on-board computer of a road milling cutter equipped with a 3D system. The main elements of the 3D system, their purpose and the procedure for working with this system from data loading to the start of work are described.

Keywords: surface leveling, road clothes, milling, visualization, renovation, modeling, Topomatic Robur, device, technology.

Совместное использование систем автоматизированного проектирования и систем автоматического управления строительной техникой находят все более широкое распространение в нашей стране. «САПР – это автоматизированная система, реализующая информационную технологию выполнения функций проектирования» [1],

представляет «собой организационно-техническую систему, предназначенную для автоматизации процесса проектирования, состоящую из персонала и комплекса технических, программных и других средств автоматизации его деятельности» [2]. В настоящее время все больше отдают предпочтение современным способам выноса поверхности «в натуру» для точного выполнения работ. При строительстве автомобильных дорог широко используется 3D система. Одной из таких 3D систем является Trimble GSC900, которая позволяет выполнять качественные работы с высокой точностью.

Основные компоненты 3D систем Trimble GCS900 для дорожных фрез:

- роботизированный Тахеометр Trimble SPSx30;
- блок управления CB430/450/460, который позволяет сравнить положение относительно проектного и поперечного уклонов;
- активный отражатель MT900, предназначенный для отслеживания машины в любой момент времени по трем координатам относительно проекта;
- радио SNR2410, обеспечивающее связь между тахеометром и бортовым компьютером;
- датчик поперечного уклона AS400, определяющий поперечный уклон барабана;
- блок гидравлики VM4x0;
- блок питания PM400.

Перед началом проектирования проектной поверхности необходимо произвести разбивочные работы. Если участок не имеет геодезической привязки, то сначала производят создание сетей реперов.

Геодезист устанавливает временные репера и определяет их положение относительно тахеометра. Место установки тахеометра выбирается таким образом, чтобы максимально покрыть участок работ. Затем производится съемка участка в полуавтоматическом режиме, что позволяет быстро зафиксировать протяженные участки с высокой точностью. Важным этапом работ является съемка существующей оси дороги.

Далее полученные точки обрабатываются, загружаются в «Топоматик Robot», что позволяет как писал Овчинников М. А.:

«Автоматически запроектировать продольный профиль с оптимизацией по одному из следующих критериев:

- минимальный объем выравнивающего слоя;
- максимальная гладкость профиля при заданном объеме выравнивающего слоя;
- минимальный объем фрезерования;
- минимальная суммарная стоимость фрезерования и выравнивания при заданной гладкости профиля» [3].

На основе данных точек происходит построение цифрой модели местности, для создания которой необходимы:

- проектная ось трассы;
- черный продольный профиль;
- верх проектной конструкции с выбранными ширинами и поперечными уклонами основных полос.

Для упрощения работы в программном обеспечении предусмотрены типовые шаблоны.

Следующим шагом необходимо задать параметры выравнивания и фрезерования. Указываются участки проведения работ и максимальная глубина фрезерования, то есть глубина, на которую можно заглубиться в существующей конструкции. Далее необходимо указать слои новой дорожной одежды от нижнего к верхнему. Сохранив данные показания, программа разбивает всю проектную поверхность на типы и отображает их на поперечниках. Всего существует 20 типов, назначение которых зависит от максимальной глубины фрезерования, рабочей отметки толщин дорожной одежды.

После разработки проектной поверхности она загружается в контролер роботизированного тахеометра, а далее в бортовой компьютер в виде треугольников в формате dxf. Диапазон шага точек проектной поверхности составляет 1–2 метра. Для возведения каждого слоя конструкции дорожной одежды создаются отдельные файлы.

После инструктажа оператора машина готова к работе. Для пуска фрезы в работу оператору необходимо выполнить следующее:

- включить блок управления;
- загрузить исходные данные с флэшки;

- выбрать проектное задание;
- запустить тахеометр в режим слежения;
- перевести управление барабана в автоматический режим.

Находясь в машине, оператор может видеть на блоке управления:

- вид сверху для контроля движения строго вдоль осевой линии;
- вид в профиль для контроля положения барабана;
- остальные проектные значения в цифровом виде.

Для обеспечения высокой точности выполнения работ оператор должен периодически проверять износ зубьев и вносить соответствующие корректировки в систему. В целях контроля качества фрезерования может быть активирована функция графического отражения высот и записи данных на карту памяти. Эта функция позволяет оператору или мастеру участка определить, какие зоны уже были обработаны ранее и имеются ли отклонения от проектных значений. Таким образом, использование 3D систем совместно с автоматизированными системами проектирования дает возможность реализовать проекты с различными высотными отметками и поперечными уклонами. Так же эта технология может применяться в тех местах, где применение нивелирной струны является невозможным.

«Топоматик Robur – Автомобильные дороги» предназначен для проектирования загородных дорог и городских улиц. Помимо общего функционала для работы с планом, профилем и поперечниками, содержит ряд специализированных модулей для решения частных инженерных задач. Программный продукт позволяет автоматизировать весь процесс: от обработки данных изысканий до выноса проекта в натуру и его инженерного сопровождения.

Так же нужно отметить, что при использовании данного подхода можно добиться следующих результатов:

- уменьшить срок строительства;
- выполнить работы в темное время суток;
- повысить точность выполнения работ с отклонением не более 0,5–3 мм;
- экономить материальные ресурсы.

Литература

1. ГОСТ 34.003-90 «Информационная технология. Комплекс стандартов на автоматизированные системы. Термины и определения».
2. ГОСТ 23501.101-87 «Системы автоматизированного проектирования. Основные положения». РД 250-680-88 «Методические указания. Автоматизированные системы. Основные положения».
3. *Овчинников М. А., Вершков А. А.* Ремонт покрытия - проблемы и решения // Автомобильные дороги. – 2005. – № 10.

УДК 625.7:004.45

Иван Викторович Модин,
магистрант
Ольга Дмитриевна Дубовицкая,
магистрант
Мария Петровна Клековкина,
канд. техн. наук, доцент
(Санкт-Петербургский государственный
архитектурно-строительный университет)
E-mail: modin.ivan.692@gmail.com,
duboviczkayaolga@yandex.ru,
megapolis775@mail.ru

Ivan Viktorovich Modin,
Master's degree student
Olga Dmitrievna Dubovickaya,
Master's degree student
Maria Petrovna Klekovkina,
PhD in Sci. Tech., Associate Professor
(Saint Petersburg State University
of Architecture and Civil Engineering)
E-mail: modin.ivan.692@gmail.com,
duboviczkayaolga@yandex.ru,
megapolis775@mail.ru

СОЗДАНИЕ ЦИФРОВОЙ ИНФОРМАЦИОННОЙ МОДЕЛИ АВТОМОБИЛЬНОЙ ДОРОГИ М-7 «ВОЛГА» В ПРОГРАММНОМ КОМПЛЕКСЕ ROBUR

CREATION OF A DIGITAL INFORMATION MODEL OF THE M-7 "VOLGA" HIGHWAY IN THE ROBUR SOFTWARE PACKAGE

В данной статье приведены основные нормативные документы, которыми руководствуются проектировщики в настоящее время при создании BIM-моделей объектов транспортной инфраструктуры. Дано определение информационной модели (ИМ) объекта. Рассмотрено разделение моделей на исходные и сводные, дано краткое описание каждого вида. Перечислены группы элементов сводной цифровой информационной модели, с пояснениями по каждой из них. Описаны исходные данные для проектирования - геодезическая съемка, преобразованная далее в информационную модель инженерных изысканий. Перечислены основные преимущества метода ИМ, относительно стандартных подходов проектирования. Сделаны выводы на основе материалов статьи.

Ключевые слова: BIM-модель, атрибутивная информация, автомобильная дорога, 3D-визуализации.

This article presents the main regulatory documents that designers are currently guided by when creating BIM models of transport infrastructure facilities. The definition of the information model (IM) of the object is given. The division of models into initial and summary ones is considered, a brief description of each type is given. The groups of elements of the consolidated digital information model are listed, with explanations for each of them. The initial data for design are described - geodetic survey, further converted into an information model of engineering surveys. The main

advantages of the IM method are listed in relation to standard design approaches. Conclusions are drawn based on the materials of the article.

Keywords: BIM model, attribute information, road, 3D visualization.

Стремительное развитие систем автоматизированного проектирования (САПР) в сфере дорожного строительства привело к необходимости создания нормативной документации, закрепляющей стандарты современного подхода к проектированию. В связи с этим на данный момент при разработке проектов объектов транспортной инфраструктуры инженеры обязаны руководствоваться Постановлением Правительства РФ от 15 сентября 2020 г. № 1431 «Об утверждении Правил формирования и ведения информационной модели объекта капитального строительства, состава сведений, документов и материалов, включаемых в информационную модель объекта капитального строительства...» [1] и Распоряжение Минтранса России от 17 сентября 2020 г. № АК-177-р «О подготовке проектной документации с использованием технологии информационного моделирования» [2]. Поэтому при проектировании автомобильной дороги М-7 «Волга» был разработан не только стандартный пакет документации, но и создана сводная цифровая информационная модель (СЦИМ) объекта в программном комплексе «Robur» от научно-производственной фирмы «Топоматик».

Сергей Бенклян и др. писали: «Информационная модель объекта (ВМ-модель) – это объектно-ориентированная параметрическая трехмерная модель, представляющая в цифровом виде физические, функциональные и прочие характеристики объекта (или его отдельных частей) в виде совокупности информационно насыщенных элементов» [3].

В свою очередь ИМ делятся на: исходные (составные части проекта, которые содержат в себе параметрическую и атрибутивную информацию) и сводные (модели, которые генерируются при объединении исходных по определенным правилам) [4].

Вся атрибутивная информация, присвоенная на этапе проектирования и создания исходных моделей, наряду с технико-экономическими показателями и характеристиками создает СЦИМ, играющую важную роль на каждом этапе жизненного цикла объекта.

Сводная модель состоит из трех групп элементов:

1. Исходных данных (инженерно-геодезических и инженерно-геологических изысканий и т. д.), которые в результате формируют цифровую модель местности, а также вспомогательную информацию о пересечениях с инженерными коммуникациями в районе разработки проектных решений. Вся информация содержится в параметрическом виде, что дает возможность редактировать ее средствами программного комплекса.

2. Прикрепленных документов, включающих в свой состав отчеты об обследованиях существующих искусственных сооружениям, фото-видео материалы, различные нормативные акты и т. д. Данные документы и отчеты могут быть привязаны к конкретной точке на местности на этапе изысканий для использования их на стадиях проектирования различными специалистами.

3. Выходные документы, включающие в себя чертежи, схемы и ведомости после детальной проработки проектных решений объекта транспортной инфраструктуры для предоставления заказчику и строительным организациям, выполняющих строительные работы.

В качестве исходных данных для создания цифровой модели в данном проекте использовалась геодезическая съемка, преобразованная в информационную модель инженерных изысканий.

В руководстве по информационному моделированию Сергей Бенклян и др. писали: «Информационная модель инженерных изысканий (ИМИИ) – это совокупность результатов инженерных изысканий участка(-ов) строительства, представленных в цифровом виде, включающая: цифровую модель рельефа (ЦМР); цифровую модель ситуации (ЦМС); цифровую модель землепользования (ЦМЗ); цифровую модель инженерных коммуникаций (ЦМК); цифровую модель геологического строения (ЦМГ); цифровую модель гидрометеорологического строения (ЦМГМ); цифровую модель инженерно-экологических изысканий (ЦМЭ)» [3].

В ходе работы над проектом были приняты следующие объемно-планировочные решения: план автомобильной дороги, продольные и поперечные профили, конструкции дорожной одежды, определено проектное положение искусственных сооружений, про-

работана расстановка технических средств организации дорожного движения. При этом каждое решение отражалось не только в графической части документации, но и имело присвоенную к элементам атрибутивную информацию, которая демонстрирует свойства каждой детали проекта как отдельной составляющей модели и формирует единую структуру, описывающую каждую составную часть объекта.

Значительным преимуществом метода BIM-проектирования по сравнению с традиционными подходами является возможность оперативной корректировки решений и внесения изменений, которые отражаются во всей структуре проекта.



Рис. 1. Сечение информационной модели для контроля увязки проектных решений

Стенерированная СЦИМ (рис. 1, 2) позволяет находить конфликты, коллизии или отклонения от установленных стандартов. Проектирование объектов с присвоением их элементам атрибутивной информации делает возможным получение 3D-визуализации, которая позволяет смоделировать и воссоздать ситуации, которые будут происходить с объектом еще до начала его строительства и эксплуатации.

Проект автомобильной дороги М-7 «Волга» предусматривал проектирование мостовых переходов, конструктивным элементам

которых так же была присвоена атрибутивная информация (рис. 3). Готовая модель позволяет рассмотреть свайное основание опор мостового перехода, а благодаря 3D-визуализации в структуре модели получить всю необходимую информацию о количестве, шаге и диаметре свай, что демонстрирует преимущества метода ИМ над классическими подходами к проектированию.

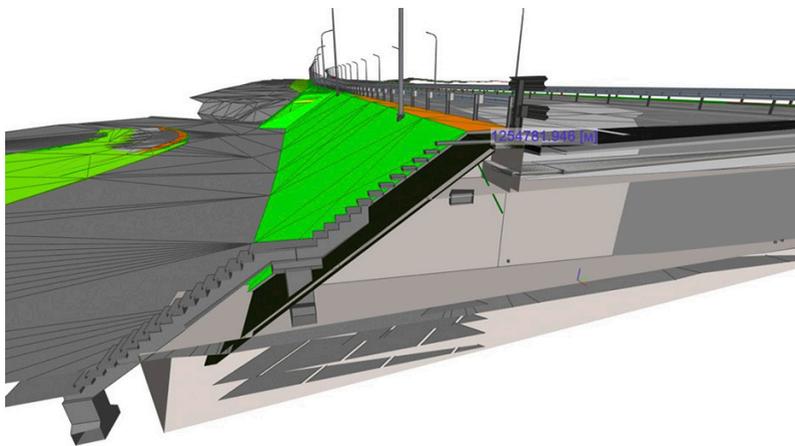


Рис. 2. Фрагмент сечения лестничного схода

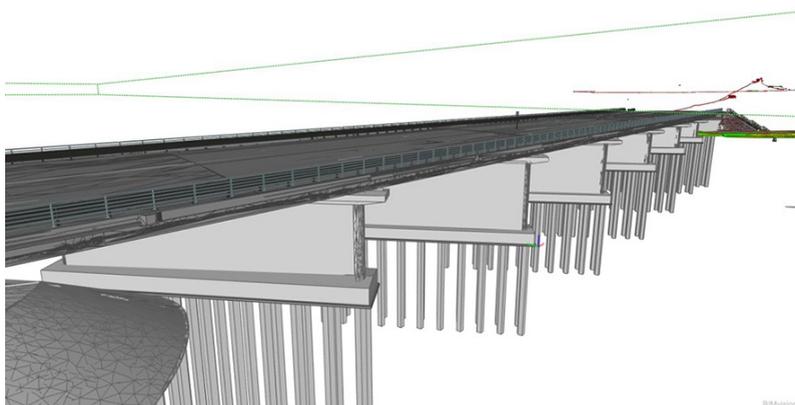


Рис. 3. Свайное поле опор мостового перехода

После завершения процесса проектирования была получена модель, которая может быть выгружена в различные форматы (DWG, DXF, MID/MIF, IFC, LandXML и др.) для обмена и презентации, при согласовании с заказчиком и дальнейшем использовании на стадиях строительства и эксплуатации.

На основании вышесказанного можно сделать вывод, что на примере создания цифровой информационной модели с применением программного комплекса «Robur» был выявлен ряд преимуществ по сравнению с традиционными методами реализации проектов:

1. Наглядное представление проекта;
2. Проработка и увязка вариантов проектных решений как на начальных этапах жизненного цикла объекта транспортной инфраструктуры, так и на этапах строительства и эксплуатации;
3. Улучшенные коммуникации участников проекта, что приводит к снижению и экономии затрат на реализации проекта.

Литература

1. Постановление Правительства РФ от 15 сентября 2020 г. № 1431 «Об утверждении Правил формирования и ведения информационной модели объекта капитального строительства, состава сведений, документов и материалов, включаемых в информационную модель объекта капитального строительства и представляемых в форме электронных документов, и требований к форматам указанных электронных документов, а также о внесении изменения в пункт 6 Положения о выполнении инженерных изысканий для подготовки проектной документации, строительства, реконструкции объектов капитального строительства» (с изменениями и дополнениями). URL: <https://base.garant.ru/74644278/> (дата обращения 20.11.2022).
2. Распоряжение Минтранса России от 17.09.2020 № АК-177-р «О подготовке проектной документации с использованием технологии информационного моделирования». URL: <https://legalacts.ru/doc/rasporjazhenie-mintransa-rossii-ot-17092020-n-ak-177-r-o-podgotovke/> (дата обращения 20.11.2022).
3. Руководство по информационному моделированию (BIM) для заказчиков на примере промышленных объектов // ООО «КОНКУРАТОР». 2019 г. URL: <https://infrabim.csd.ru/upload/news/bim-standart-dlia-zakazchikov-na%20primere-promyshlennogo-objekta.pdf>
4. Информационное моделирование на основе программных продуктов НПФ «Топоматик». URL: http://www.topomatic.ru/upload/im_topomatic_review2019.pdf

УДК 625.7/.8

Павел Александрович Науменко,
магистрант
(Санкт-Петербургский государственный
архитектурно-строительный университет)
E-mail: p_naumenko@bk.ru

Pavel Alexandrovich Naumenko,
Master's degree student
(Saint Petersburg State University
of Architecture and Civil Engineering)
E-mail: p_naumenko@bk.ru

АНАЛИЗ ТЕХНОЛОГИИ СТРУЙНОЙ ЦЕМЕНТАЦИИ И СОВРЕМЕННЫХ СПОСОБОВ ЕЕ ПРИМЕНЕНИЯ

ANALYSIS OF JET CEMENTATION TECHNOLOGY AND ITS MODERN APPLICATIONS

В данной статье анализируется технология струйной цементации, которая является одним из самых популярных методов улучшения грунта из-за его применимости практически ко всем типам грунтов. В ней кратко описан исторический прогресс развития технологии струйного цементирования, а затем прослеживается развитие эмпирических и теоретических подходов для прогнозирования достижимого диаметра колонны грунтоцемента. А также рассмотрены современные способы использования данной технологии в строительстве и проведен обзор новых разработок.

Ключевые слова: строительство, струйная цементация, слабые грунты, современные технологии, два связующих.

This article highlights the technology of jet grouting, which is one of the most popular soil improvement methods due to its applicability to almost all soil types. It briefly describes the historical progress of the development of jet cementing technology, and then traces the development of empirical and theoretical approaches to predict the achievable diameter of the soil cement column. And also considered modern ways of using this technology in construction and reviewed new developments.

Keywords: construction, jet grouting, soft soils, modern technologies, two binders.

Технология струйной цементации была разработана еще в 70-х годах XX века и за прошедшее время не останавливалась в развитии на одном месте.

Сущность технологи заключается в использовании энергии высоконапорной струи цементного раствора для разрушения и одновременного перемешивания раствора с грунтом. Струйная цементация позволят укреплять практически весь диапазон грунтов: от гравийных отложений до мелкодисперсных глин и илов, прак-

тический во всех климатических условиях. При этом достигается высокая скорость сооружения грунтоцементных свай; сохраняется возможность работы в стесненных условиях; отсутствует динамическое воздействие на фундамент близко расположенных зданий.

Струйная цементация грунта позволяет значительно упростить процесс строительства на нестабильных, обводненных и нарушенных породах. Данная технология позволяет открыть новые перспективы в строительстве на участках со сложными геологическими условиями. Струйная цементация грунта используется для улучшения прочностных, противодиффузионных и деформационных характеристик в пределах пятна застройки новых зданий, используется при создании противодиффузионных завес, при укреплении откосов и склонов, при строительстве дорог и при реконструкции зданий. При этом работы могут выполняться в стесненных условиях плотной городской застройки.

Уникальность технологии заключается в том, что она позволяет сформировать конструкцию в грунте до откопки. Эта конструкция по своим свойствам получается лучше, чем грунт, но в тоже время хуже, чем бетон. Качество проведения струйной цементации во многом зависит от используемого оборудования. Одно из преимуществ технологии – возможность выполнения работ малогабаритными буровыми машинами, в том числе в условиях ограниченного пространства.

Данная технология может использоваться в различных широтах – от теплых южных до российского Севера с его непростыми условиями. Струйная цементация позволяет повысить прочностные характеристики почвы на 10–15 % и имеет целый ряд достоинств:

- точное прогнозирование результата – применение современной специализированной техники и расчета геометрических и прочностных характеристик позволяет точно рассчитать параметры будущей постройки на этапе проектирования и максимальную нагрузку на участок грунта.
- возможность проведения работ на ограниченном участке – благодаря компактным установкам цементация грунтов может осуществляться внутри зданий, в подвалах и промышленных помещениях.

- отсутствие шума и вибрации в процессе заливки – это позволяет работать в жилых районах, не беспокоя жителей окружающих домов. Работы могут проводиться довольно быстро и без приостановки эксплуатации здания.

- экологичность – струйная цементация не наносит вреда окружающей почве и растениям.

- любые погодные условия – операцию можно проводить в дождь, снег, при минусовых температурах.

- низкий расход вводимых в грунт материалов – локальная цементация существенно уменьшает объем используемого раствора.

- отсутствие необходимости в сложных земляных работах и изменении рельефа участка.

- стоимость – струйная цементация дешевле традиционных методов укрепления грунта с помощью свай.

Струйную цементацию можно подразделить на виды:

Манжетная. Это заливка цементного раствора через 0,3–0,5 метров (в глубину) через предварительно вмонтированные в грунт манжетные колонны. Подача раствора на нужный участок осуществляется с помощью двойного пакера. После заливки нужной области нагнетатель переставляется на следующий интервал, и операция повторяется до тех пор, пока все полости не будут заполнены раствором.

Цементация методом георазрыва. Перед заливкой раствора в почве искусственно создаются трещины (разрывы), которые впоследствии заполняются цементом.

С помощью инъекционных трубок. Перед заливкой раствора опускается инъекционная труба, устанавливаемая с шагом 0,5–1 м по глубине. Стоит отметить, что после нагнетания раствора она остается в земле и служит дополнительным армирующим элементом.

Проникающая. Технология, при которой поры в грунте заполняются раствором, подаваемым под низким давлением. Это позволяет сохранить первоначальную структуру и объем, существенно повысив устойчивость и прочность поверхности.

Уплотняющая. Нагнетание раствора на определенном участке, которое вызывает уплотнение грунта вокруг.

Также технология Jet Grouting со временем не стояла на месте и развивалась в результате чего со временем стали появляться различные технологии:

Технология Super Jet. Основываясь на достижениях в области инструментов и вспомогательного оборудования, технология Super Jet была разработана для производства более крупной колонны струйного цементного раствора. Он разработан на основе традиционной системы с двумя жидкостями. Для создания большей колонны струйного раствора в этой технологии используются две противоположные форсунки для выброса раствора под высоким давлением (30 МПа), окутанного сжатым воздухом (0,7–1,05 МПа). По сравнению с обычной системой с двумя жидкостями технология Super Jet обеспечивает более высокий объем закачки раствора в строительстве, и, следовательно, диаметр, полученный с помощью технологии Super Jet, в некоторых случаях может достигать около 5 м.

Технология введения грунта X-образной струей. Технология X-струйной обработки разработана на основе традиционной системы с тремя жидкостями. В данной технологии используется пара встречных эрозионных водяных струй (40 МПа), которые окутаны сжатым воздухом (0,6–1,05 МПа), для создания более контролируемого диапазона эрозии грунтов, а затем струя цементного раствора низкого давления выбрасывается из нижнего сопла для перемешивания эродированного грунта для формирования более однородного и контролируемого диаметра столба струйного раствора.

Двухструйный технология. Для достижения быстрого гелеобразования мягкого грунта после струйной цементации необходимо ускорить процесс затвердевания смеси раствор-грунт путем добавления связующего в смесь раствор-грунт. Когда в качестве связующего вещества выбрано жидкое стекло, смесь раствора и грунта может загустевать в течение 5–10 секунд. Таким образом, двухструйный метод разработан на основе этой традиционной системы с тремя жидкостями. На рисунке 10 показана схема материалов, использующих процесс транспортировки при формировании столба струйного цементного раствора при использовании двухструйного метода. В двухструйном методе раствор под высоким давлением, окруженный сжатым воздухом, выбрасывается наружу, чтобы размыть почву, и образуется смесь раствор-грунт.

Затем раствор жидкого стекла, покрывающий цементный раствор под высоким давлением, впрыскивается в смесь для быстрого geleобразования, и после затвердевания может быть сформирован столб струйного цементного раствора.

Технология систем Metro Jet. Поскольку струйная заливка включает закачку больших объемов воды или цементного раствора в почву, можно ожидать значительного воздействия на грунт, такого как боковое перемещение грунта и поднятие грунта. За счет своевременной транспортировки грунта во время струйной цементации была разработана новая технология струйной цементации, названная технологией MJS, для уменьшения обратного воздействия. Технология MJS, в которой много труб различного назначения, сильно отличается от обычных систем струйной цементации, которые обычно имеют от 1 до 3 каналов. Трубы различного назначения могут быть перечислены следующим образом:

- для нагнетания цементного раствора под высоким давлением (цементная труба),
- для нагнетания воды под высоким давлением для эрозии почвы (водопровод I),
- для оказания помощи при вывозе грунта (водопровод II),
- для подачи сжатого воздуха (воздухопровод),
- для комплекта кабелей, соединяющих датчик (кабель-труба),
- для транспортировки добавки (аддитивная труба),
- для вывоза грунта, образовавшегося при струйной цементации.

Литература

1. Технологическое руководство Twin-Jet. Korea Foundation Technology (KFT) E&C, Сеул, Корея. 2008.
2. «Теоретическое моделирование струйной цементации». Геотехника, № 56, выпуск 5, 2006. – 347 с.
3. Оценка диаметра колонны с струйным цементованием на основе теории турбулентного кинематического потока. Заливка и глубокое перемешивание. Специальная геотехническая публикация № 228, Американское общество инженеров-строителей, 2012. – 2051 с.
4. *Малинин А. Г.* Струйная цементация грунтов. ОАО «Издательство «Стройиздат», 2010. – 226 с.
5. *Мангушев Р. А., Еришов А. В., Осокин А. И.* Современные свайные технологии. АСВ, 2010. – 240 с.

УДК 625.717.2

Александра Анатольевна Никулина,
магистрант
Андрей Александрович Талашманов,
магистрант
Александр Владимирович Квитко,
канд. техн. наук, доцент
(Санкт-Петербургский государственный
архитектурно-строительный университет)
E-mail: nikulina.al.an@gmail.com,
a.talashmanov98@mail.ru,
kvitko.67.67@mail.ru

Alexandra Anatolyevna Nikulina,
Master's degree student
Andrey Aleksandrovich Talashamanov,
Master's degree student
Alexander Vladimirovich Kvitko,
PhD in Sci. Tech., Associate Professor
(Saint Petersburg State University
of Architecture and Civil Engineering)
E-mail: nikulina.al.an@gmail.com,
a.talashmanov98@mail.ru,
kvitko.67.67@mail.ru

ИСПОЛЬЗОВАНИЕ МОДУЛЬНЫХ ОСТРОВКОВ БЕЗОПАСНОСТИ ДЛЯ СНИЖЕНИЯ АВАРИЙНОСТИ НА ДОРОГАХ

THE USE OF MODULAR TRAFFIC ISLANDS TO REDUCE ACCIDENTS ON THE ROADS

В статье рассматривается решение проблемы по снижению аварийности на дорогах в Российской Федерации с помощью модульных островков безопасности. Исследуются основные причины и условия, способствующие возникновению дорожно-транспортных происшествий с участием пешеходов на нерегулируемых переходах, изучается отечественный и зарубежный опыт использования модульных островков безопасности. Предложенный способ снижения аварийности решает одновременно огромное количество проблем, связанных с ДТП: успокаивает автомобильный трафик, повышает пропускную способность улиц, создает комфортные условия для перехода пешеходами дорог с большим количеством полос движения. К тому же имеет низкую стоимость, прост в монтаже, обслуживании, ремонте и демонтаже.

Ключевые слова: безопасность движения, снижение аварийности, пешеходный переход, успокоение трафика, островок безопасности.

The article considers the solution of the problem of reducing accidents on the roads in the Russian Federation with the help of modular safety islands. The main causes and conditions contributing to the occurrence of traffic accidents involving pedestrians at unregulated crossings are investigated, the domestic and foreign experience of using modular safety islands is studied. The proposed method of reducing accidents simultaneously solves a huge number of problems associated with accidents: calms car traffic, increases the capacity of streets, creates comfortable conditions for pedestrians to cross roads with a large number of traffic lanes. In addition, it has a low cost, is easy to install, maintain, repair and dismantle.

Keywords: traffic safety, accident reduction, pedestrian crossing, traffic calming, traffic island.

Одним из технических средств для регулирования дорожного движения на наземных пешеходных переходах является островок безопасности. Он представляет собой элемент, конструктивно выделенный над проезжей частью, и служит для остановки пешеходов на переходе.

Островок безопасности является наиболее эффективным способом снижения скорости автомобилей на дороге, так как сужение проезжей части вынуждает водителей быть более внимательными.

Переход проезжей части может представлять трудности для пешеходов, в особенности для людей с ограниченными возможностями, пожилых людей и родителей с колясками. При переходе через дорогу пешеходу необходимо оценить множество факторов, влияющих на безопасное пересечение им проезжей части: наличие и скорость автомобилей, определить интервалы между ними, предсказать их траекторию и рассчитать их приближение к пешеходному переходу.



Рис. 1. Бетонный островок безопасности

Облегчить переход проезжей части помогают островки безопасности, которые позволяют пешеходам преодолевать одно направление автомобильного потока в один конкретный момент времени.

В темное время суток пешеходам еще сложнее правильно оценить скорость автомобиля и расстояние до него. Дополнительно освещение, которое можно разместить на островке безопасности, также помогает в снижении смертности на дорогах.

Стандарты проектирования дорог многих стран указывают, что островки безопасности значительно снижают аварийность на дорогах. Например, США приводят цифры до 46 %. К тому же, рекомендации Министерства транспорта Российской Федерации свидетельствуют о том, что островки безопасности на 30 % снижают аварийность.

Помимо всего прочего, благодаря островкам безопасности снижается время ожидания пешеходов при переходе дороги. Как следствие меньшее количество людей пытаются проскочить через автомобильный поток. Например, суточная пропускная способность четырехполосной автомобильной дороги – 5000 автомобилей. Островки безопасности в данном случае снижают время ожидания более чем в 4 раза, с 41 секунды до 9.

Необходимость использования островков безопасности очевидна. Однако, выполнять их из камня достаточно дорого. Островки безопасности, обозначенные только дорожной разметкой без повышения уровня над проезжей частью, не оказывают влияния на водителей.

Решение данной проблемы заключается в использовании современных модульных островков безопасности, выполненных из ударопрочного пластика. Их установка и демонтаж реализуются в короткие сроки, процесс занимает не более часа, а также они просты в обслуживании и ремонте. Значительным преимуществом к тому же является то, что устанавливать модульные островки безопасности можно в рамках содержания автомобильных дорог.

Для водителей островки безопасности также необходимы, так как позволяют оценить скорости собственную и пешеходов.

Кроме снижения количества дорожно-транспортных происшествий с участием пешеходов, островки безопасности:

- на 15 % снижают общее количество аварий;

- выделяют место для обеспечения приоритетности общественного транспорта;
- более чем на 30 % повышают пропускную способность улиц;
- снижают среднюю скорость автомобильного потока;
- снижают задержки автомобилистов на 30 %;
- обеспечивают место для установки освещения и дорожных знаков.



Рис. 2. Модульный островок безопасности в Москве

Установка островков безопасности значительно развита в Северной Европе и США. Их эффективность доказана на примере этих стран. Для сокращения расходов разумно использовать модульные островки безопасности. Впервые в России данный тип конструкции начали устанавливать в Южно-Сахалинске. Сейчас технология активно внедряется в столице.

Литература

1. ГОСТ Р 52289-2019 «Национальный стандарт Российской Федерации. Технические средства организации дорожного движения. Правила применения дорожных знаков, разметки, светофоров, дорожных ограждений и направляющих устройств». П 3.10.

2. Интернет ресурс: <https://www.autonews.ru/news/619e43f59a7947270854520e> (дата обращения: 22.12.22).
3. Интернет ресурс: <https://city4people.ru/post/v-chyom-polza-ostrovkov-bezopasnosti.html> (дата обращения: 15.11.22).
4. Интернет ресурс: <https://www.driver-helper.ru/shtrafy-gibdd/t/cto-takoe-ostrovok-bezopasnosti-na-doroge> (дата обращения: 20.10.22).
5. Интернет ресурс: <https://proboknet.livejournal.com/287865.html> (дата обращения: 14.11.22).

УДК 625.7

Никита Викторович Романов,
ведущий инженер
(ООО «Дубль Дом»)
E-mail: *nik3495@gmail.com*

Nikita Viktorovich Romanov,
lead engineer
(LLC “DublDom”)
E-mail: *nik3495@gmail.com*

УСОВЕРШЕНСТВОВАННЫЕ МАТЕРИАЛЫ В СЛОЯХ ДОРОЖНОЙ ОДЕЖДЫ

IMPROVED MATERIALS IN LAYERS OF ROAD PAVEMENT

В работе была представлена полезная модель армосетки для слоев дорожной одежды. Описаны технические решения и представлены смоделированные показатели эффективности применения полезной модели при строительстве и реконструкции автомобильных дорог. На основании полученных данных сделаны выводы о возможности и целесообразности внедрения представленной полезной модели в транспортную инфраструктуру.

Ключевые слова: армосетка, дорожная одежда, эффективность.

The article describes a useful model of an armoured mesh for layers of road clothing. Technical solutions are described and simulated performance indicators of the utility model application in the construction and reconstruction of highways are presented. Based on the data obtained, conclusions are drawn about the possibility and expediency of introducing the presented utility model into the transport infrastructure.

Keywords: armoset, road pavement, effectiveness.

В настоящее время, вопрос об улучшении транспортно-эксплуатационных показателей автомобильных дорог, как существующих, так и новых, стоит довольно остро. Это связано с тем, что с каждым годом грузопоток только увеличивается и нагрузки, воспринимаемые дорожной одеждой, также увеличиваются. В связи с этим, мной была разработана полезная модель армосетки, которая увеличивает транспортно-эксплуатационные показатели всей дорожной конструкции и позволяет снизить расходы на эксплуатацию автомобильных дорог.

Утрированная полезная модель, представленная на рис. 1, призвана повысить адгезионные свойства монолитных слоев и увеличить общий модуль упругости всей конструкции, перераспределив нагрузку от автотранспорта по большей площади. Достичь уве-

личения модуля упругости получается за счет применения в сетки скрученной проволоки и оболочки из полимерного материала (резины, каучука). Также, для увеличения долговечности, следует покрывать армосетку такими материалами как: эмульсии, праймеры и т. д. [1]. Покрытие готовой сетки эмульсией создает оболочку, которая позволяет улучшить адгезионные свойства готовой сетки к материалам таким как – асфальтобетон, цементобетон, цементогрунт. Также защитное покрытие уменьшает период старения материала сетки из резины или каучука, что ведет к увеличению сроков службы, предлагаемой армосетки. Старение материала происходит в любом случае, но покрытие из праймера или битума позволяет замедлить этот процесс в несколько раз.

Сетка № 2 выполнена плетеной. Такой вариант стоит рассматривать в производственном процессе, так как технологии для реализации на 2022 год имеются на производственных предприятиях.

Колесо автомобиля, воздействуя на верхние слои дорожной одежды, создает растягивающие напряжения в верхних слоях дорожной одежды. Происходит уплотнение верхнего слоя в пятне контакта шины с покрытием. В месте, где колесо автомобиля не воздействует на покрытие на прямую, создаются зоны, где растягивающие напряжения более весомы. В таких местах и наблюдается наибольшее разрушение материала. Для того, чтобы снизить негативное воздействие в этих зонах требуется укладка армосетки, которая воспринимает растягивающие напряжения и гасит их [1–4].

Армосетку следует применять в монолитных слоях, предпочтительно асфальтобетонах, для большего положительного эффекта. Также ее можно использовать в основании дорожной конструкции.

Результаты эффективности предлагаемой полезной модели армосетки представлены на рис. 2, 3. Показатели эффективности, при применении армосетки в монолитных слоях, были смоделированы в программном комплексе SierraSoft Roads. Результаты моделирования нельзя считать на 100 % достоверными, так как для определения данных показателей следует изготовить опытные образцы и только опытным путем определить показатели эффективности. После чего сопоставить результаты, полученные опытным путем и смоделированные в программе SierraSoft Roads или

отечественных аналогах. Показатели эффективности на прямую зависят от качества исходного сырья, используемого при производстве армосетки. Также от способа хранения готового продукта и соблюдения технических условий по его применения [5].

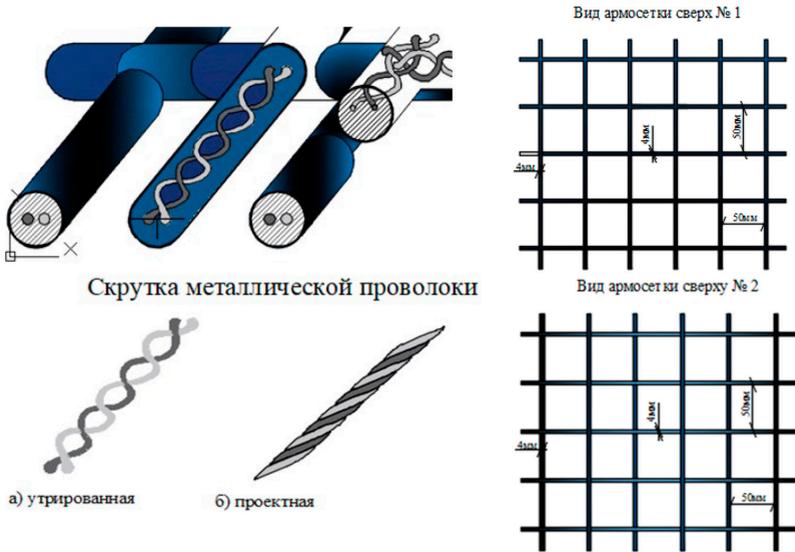
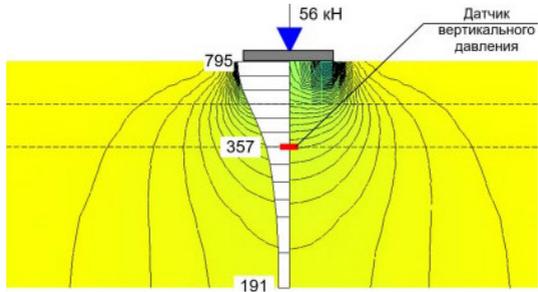


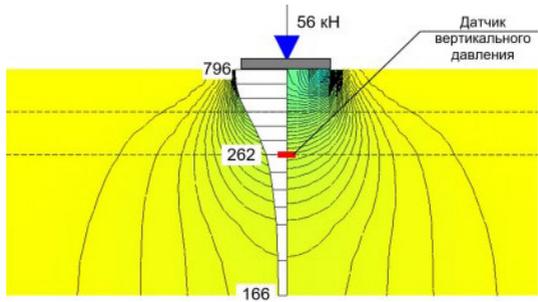
Рис. 1. Утрированная полезная модель армосетки

Датчики вертикального давления располагаются программой SierraSoft Roads автоматически. Конструкция дорожной одежды, применяемая для моделирования в программном комплексе, была взята из типовых проектов [4].

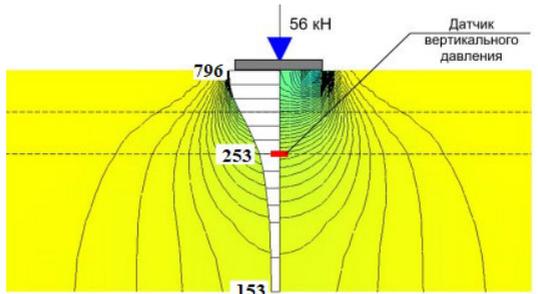
Эффективность смоделированных результатов видна наглядно. Применение любого типа усиления (геосеток, георешеток, армосеток) в слоях дорожной одежды очевидна [6–8]. Применение предлагаемой полезной модели армосетки улучшает показатели сопротивления транспортным нагрузкам больше чем без дополнительных прослоек или при применении стандартных, широко используемых прослоек усиления.



a)

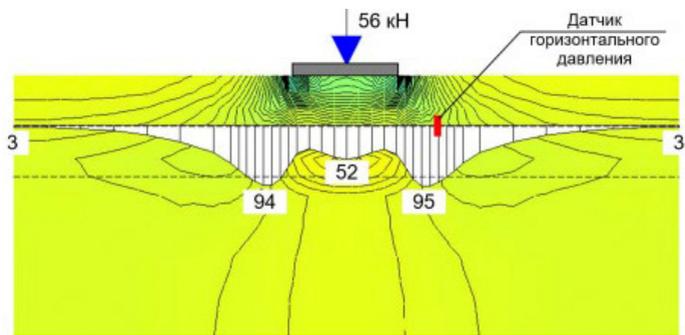


б)

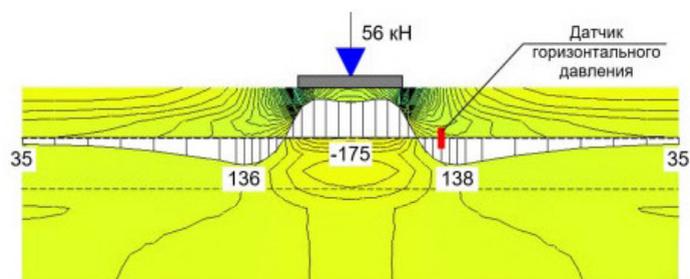


в)

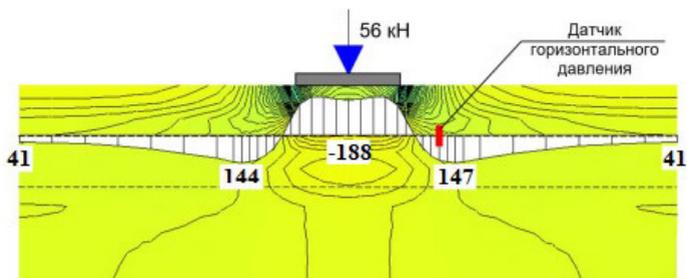
Рис. 2. Графики изолиний вертикальных напряжений (напряжение в кПа):
a – без армирования; *б* – со стандартным армированием;
в – с предлагаемым армированием



a)



б)



в)

Рис. 3. Графики изолиний горизонтальных напряжений (напряжение в кПа):
a – без армирования; *б* – со стандартным армированием;
в – с предлагаемым армированием

Не стоит забывать и о экономической эффективности. Применение любых дополнительных прослоек, в слоях дорожной одежды, ведет к увеличению сметной стоимости строительства [3–4]. Так как армосетка представляет собой конструкцию, состоящую из металла, резины или каучука, то первоначальная стоимость объектов, где будет применяться полезная модель, будет выше. Снижение затрат происходит только в период эксплуатации объекта за счет увеличения сроков службы и снижения затрат на эксплуатацию введенного в эксплуатацию объекта.

Подводя итог всего вышеописанного, стоит отметить, что в мире главным трендом на 2022 год и ближайшее десятилетие, является применение новых технологий, подходов, нестандартных инноваций и внедрение их в производственные процессы, начиная от строительной сферы и заканчивая компьютерными технологиями.

Литература

1. ГОСТ 32804-2014 (EN 13251:2000) Материалы геосинтетические для фундаментов, опор и земляных работ. М. : МГС, 2015.
2. ГОСТ 23279-2012 Сетки арматурные сварные для железобетонных конструкций и изделий. М. : МГС, 2013.
3. ГОСТ Р 55029-2020 Дороги автомобильные общего пользования. Материалы геосинтетические для армирования асфальтобетонных слоев дорожной одежды. М. : МГС, 2021.
4. ОДМ 218.5.003-2010 Рекомендации по применению геосинтетических материалов при строительстве и ремонте автомобильных дорог. М. : ФГУП «Информавтодор», 2011.
5. СП 63.13330.2018 Бетонные и железобетонные конструкции. М. : МГС, 2019.
6. ОДМ 218.5.006-2010 Рекомендации по методикам испытаний геосинтетических материалов в зависимости от области их применения в дорожном строительстве. М. : ФГУП «Информавтодор», 2011.
7. ТК 1.2.418-1.132.19 Дороги автомобильные общего пользования. Геосинтетические материалы. Общие технические условия.
8. ГОСТ Р 56335-2015 Дороги автомобильные общего пользования. Материалы геосинтетические. Методы определения прочности при статическом продавливании. М. : МГС, 2016.

УДК 625.81:625.072

Маргарита Владиславовна Серова,
магистрант
Александра Алексеевна Чистякова,
магистрант
(Санкт-Петербургский государственный
архитектурно-строительный университет)
E-mail: serova1999@gmail.com,
alexandraoct@mail.ru

Margarita Vladislavovna Serova,
Master's degree student
Aleksandra Alekseyevna Chistyakova,
Master's degree student
(Saint Petersburg State University
of Architecture and Civil Engineering)
E-mail: serova1999@gmail.com,
alexandraoct@mail.ru

ВИДЫ МАТЕРИАЛОВ ЗАПОЛНИТЕЛЕЙ ЛЕГКИХ НАСЫПЕЙ ЗЕМЛЯНОГО ПОЛОТНА АВТОМОБИЛЬНЫХ ДОРОГ

TYPES OF AGGREGATES MATERIALS OF LIGHT EMBANKMENTS FOR THE ROADS

Подбор материалов заполнителей облегченных дорожных насыпей для дальнейшего применения в строительстве из всех имеющихся в применение к данным насыпям. Выполняется подбор часто применяемых материалов с учетом их частоты применения, доступности к объектам строительства. Выполнение сравнительной характеристики подобранных материалов позволит поближе ознакомиться с каждым из материалов, применяемых в строительстве легких автомобильно-дорожных насыпей. Проработка плюсов и минусов выбранных материалов заполнителей позволяет понять какой из выбранных материалов заполнителей более пригоден в использование, какому требуются специальные конструктивные решения, а какие материалы можно комбинировать друг с другом. Выполнение технико-экономических обоснований выбранных материалов заполнителей облегченных насыпей поможет подытожить весь собранный материал.

Ключевые слова: легкие дорожные насыпи, доменный шлак, пенобетонные блоки, керамзит, вспененный пенополистирол, экструзионный пенополистирол.

Selection of aggregate materials for lightweight road embankments for further use in construction from all appropriate to these embankments. Selection is based on their frequently used materials and includes frequency of use and accessibility to construction objects. Comparison of the selected materials characteristics will take a closer look at the materials used in the construction of light road embankments. Studying the advantages and disadvantages of the selected aggregate materials allows to understand which of the selected aggregates is better for use, which of them requires special design solutions, and which materials can be combined with each other. Performing feasibility studies related to selected lightweight aggregate materials will help to summarize all collected information.

Keywords: light road embankments, blast agent, foam concrete blocks, expanded clay, expanded polystyrene foam, extruded polystyrene foam.

В современном проектировании автомобильных дорог идет постепенное освоение сложных природных условий, для которых стандартные методы проектирования и строительства дорог не всегда подходят. К таким условиям относятся сложные грунты, от болотистых до вечно мерзлых, так и тяжело проходимые препятствия, от рельефных до конструктивных. Строительство облегченных насыпей решает многие такие проблемы.

Облегченные насыпи обладают рядом необходимых параметров, такие как небольшая масса заполнителей, их прочность к внешним воздействиям, таким как сжатие или растяжение, и саморазрушению, удобство в укладке и уплотнение материала, экологичность. Таким материалом не всегда отдают предпочтения только из-за их низкой плотности.

Наличие высоких грунтовых вод может сделать такую насыпь плавучей, и, в следствии, не пригодной к дальнейшей эксплуатации. Для правильного подбора облегченного материала заполнителя требуются знания его технических характеристик, преимуществ и недостатков материала, экономически выгоден ли выбранный материал.

Так, в отечественном опыте строительства облегченных насыпей применяются разные заполнители, таким материалам относят: шлаки, золы уноса ТЭЦ, отходы бетонной промышленности, EPS (вспененный пенополистирол), XPS (экструзионный пенополистирол), пенобетонные блоки, продукты деревообрабатывающей промышленности (стружки, древесная кора), керамзит или вспученная глина, измельченные автомобильные шины, имеющие широкий разброс объемного веса [1].

Для дальнейшего анализа отберем материалы, имеющие широкое распространение в каждом из регионов нашей страны. Это – пенобетоны, керамзиты, шлаки, EPS и XPS блоки. Все данные сведены в таблице.

Технические характеристики материалов облегченных насыпей

Материал	Параметры					Стоимость (от), руб./м ³
	Объемный вес, кг/м ³	Коэффициент влагопоглощения, %	Модуль упруго- сти, МПа	Предел прочности на сжа- тие, кПа		
Керамзит	от 250 до 800	от 10 до 20	от 6 до 10	от 800 до 5500		1500
Шлаки	от 300 до 3500	от 0,4 до 7,3	от 210 до 1200	от 62 · 10 ³ до 140 · 10 ³		800
EPS (вспененный пенополистирол)	от 11,2 до 48	от 0,2 до 0,4	от 3 до 9	от 200 до 600		6800
XPS (экструзионный пенополистирол)	от 15 до 36	от 0,2 до 0,6	от 17 до 20	от 250 до 1000		5000
Пенобетон	от 330 до 760	от 10 до 20	от 200 до 5500	от 25 до 12500		2300

Подробно рассмотрим достоинство и недостатки каждого из материалов таблицы технического анализа.

Керамзит. Преимуществами данного материала являются долговечность, что позволяет материалу не терять свои качественные показатели; химическая инертность, материал не подвергается разрушению под действием химикатов; биостойкость, появление грибов и последующее гниения не появится на керамзите; огнеупорность, материал совершенно не горюч; низкая теплопроводность, как следствие устойчивость к колебаниям температур; экологичен, за счет отсутствия выделения вредных веществ, в сравнение с другими насыпными материалами; керамзит обладает низким объемным весом; не большая стоимость материала. Недостатками материала являются высокий показатель влагопоглощения, который приводит к насыщению водой, разрушению свойств материала и последующей деформации тела насыпи. Для предотвращения водонасыщения керамзита советуют применять гидроизоляцию в виде различных геомаериалов [2].

Шлаки. Преимуществами данного материала являются низкая стоимость материала, в следствие легкодоступности, так как шлаки являются продуктами отхода сгорания топлива; улучшение санитарного состояния, удаление отходов с мест его хранения; пожаростойкость материала, в материале отсутствуют продукты горения; высокая скорость уплотнения материалов; простота укладки; не высокий в сравнение с другими сыпучими материалами, коэффициент влагопоглощения; высоки предел прочности на сжатие, что позволит выдерживать большие нагрузки. Недостатками материала являются; низкая экологичность материала, в следствие содержания различного минерального и химического состава; высокий объемный вес грунта, что не допустимо при использовании в легких насыпях [3, 4, 5, 6].

EPS (вспененный пенополистирол). Преимуществами данного материала являются низкий вес материала; низкий показатель влагопоглощения; морозоустойчивость; обладает малой теплопроводностью; экологически безвредней материал; исключение дополнительных работ по защите коммуникаций под насыпью, в следствие малого объемного веса; простота работы и удобоукладываемость

материала. Недостатками материала являются низкая прочность синтетического материала, легко разрушаем под воздействием химических веществ и солнечного (ультрафиолетового) воздействия; легкая воспламеняемость и горючесть материала; высокая стоимость материала [7, 8, 9, 10].

XPS (экструзионный пенополистирол). Преимущества материала в основном схожи с преимуществами вспененного пенополистирола, однако, в отличие от блоков вспененного пенополистирола, не требуется дополнительный расчет и укладки бетонных плит, в соответствии с указаниями по расчетам от «Технониколь», достаточно применить защитный слой из грунта; высокий показатель предела прочности на сжатие. Недостатками материала являются использование дополнительных геосинтетических материалов для защиты от воздействия внешних факторов от разрушения (химических и сложных органических жидкостей, ультрафиолетового излучения); горючесть материала [11].

Пенобетон (пенобетонные блоки). Преимуществами данного материала являются долговечность материала, так как бетон набирает прочность со временем; относительно не большой объемный вес материала и доступная стоимость; материал стойкий к внешним воздействиям; экологически чист и безвреден; за время эксплуатации данному материалу не грозит гниение, коррозия, плесень; материал не разрушается от различных химикатов и других агрессивных жидкостей; материал сохраняет свои свойства даже при очень больших колебаниях температур; прост в применении, обработке и удобен в монтаже. Недостатками материала являются высокий показатель водопоглощения, который, при применении не качественных материалов, может привести к разрушению блоков в следствие его промерзания и последующему появлению трещин. В таком случае рекомендуется применение гидроизоляции, как с помощью геосинтетических материалов, так и с применением мастичной или рулонной гидроизоляции [12, 13].

Основываясь на данных, полученных с нормативной базы, а также проведенном анализе, можно сделать следующие выводы. Керамзит является сыпучим материалом, которому необходимо предавать форму с применением геоматрасы или геоячей-

ки. Из-за высокого показателя влагопоглощения данный материал подлежит дополнительной гидроизоляции, без которого материал потеряет свои физико-механические свойства.

Применение шлаков в проектирование легких дорожных насыпей допускается с ограничениями по его объемному весу. Необходимо так же правильный подбор химического состава шлаков, которые будут применяться в насыпях, для предотвращения ухудшения экологической ситуации прилегающих территорий, а также для совместимости с другими строительными материалами. Однако для применения данного материала требуются уже имеющиеся поблизости с объектом строительства места отвалов шлаков, или заводов и ТЭЦ, которые производят данные отходы.

Пенобетон и экструзионный пенополистирол (XPS-блоки) являются оптимальным решением для их применения в легких дорожных насыпях, как по отдельности, так и в виде комбинации данных материалов. Данные материалы обладают высокой прочностью, огнеупорны и морозостойчивы, с применением правильной гидроизоляции в отношении пенобетонных блоков, экологически безопасны. При их комбинированном использовании пенобетонные блоки будут защищать XPS-блоки от внешних разрушающих факторов (едких растворов, химикатов и УФ-излучения). Вспененный пенополистирол (EPS-блоки) также могут применяться вместо пенополистирольных блоков, который имеет хорошие показатели в техническом отношении, однако его стоимость делает данный материал не выгодным в использовании.

Литература

1. Медрес Е. П. Современный подход к строительству дорожных насыпей на слабых грунтах с пенобетоном // Современные проблемы науки и образования. – 2012. – № 4.
2. Керамзит как утеплитель: правильный выбор веса и фракции. URL: <https://holodine.net/utepliteli/keramzit-utepliteli/keramzit/> (дата обращения: 29.11.2022).
3. Справочная энциклопедия дорожника. Том 1. Строительство и реконструкция автомобильных дорог. М. : Информавтодор, 2005. 1519 с.
4. Путилин Е. И., Цветков В. С. Применение зол уноса и золошлаковых смесей при строительстве автомобильных дорог. Обзорная информация

отечественного и зарубежного опыта применения отходов от сжигания твердого топлива на ТЭС. М. : Союздорнии, 2003. 58 с.

5. СТО АВТОДОР 2.2-2011 Смеси щебеночно-песчаные из металлургических шлаков для строительства слоев оснований и укрепления обочин автомобильных дорог. Технические условия. М. : 2011. 16 с.

6. *Гукова В. А., Еришова О. В.* Эксплуатационные характеристики композиционных материалов на основе вторичного полипропилена и техногенных минеральных отходов // Приоритетные научные направления: от теории к практике. 2014. № 11.

7. ОДМ 218.3.1.006-2021 Методические рекомендации по проектированию легких насыпей на слабых основаниях с применением легких геокомпозиционных материалов. М. : 2021. 57 с.

8. *Кочетков А. В., Янковский Л. В., Кокодеева Н. Е., Валиев Ш. Н.* Проектирование легких насыпей на слабых основаниях с применением геокомпозиционных материалов для строительства транспортных сооружений // Строительные материалы. 2015. № 11. С. 33–37.

9. *Медрес Е. П., Спектор А. Г.* легкие насыпи из EPS-блоков // Мир дорог. 2018 № 106. С. 38–41.

10. *Евтюков С. А.*, Проектирование и строительство облепченных насыпей с применением EPS-блоков // Автомобильные дороги (журнал). 2007. № 10. С. 73–75.

11. СТО 72746455-4.6.1-2013 Насыпи дорожные. Рекомендации по проектированию и устройству с применением заполнителя из экструзионного пенополистирола «ТЕХНОНИКОЛЬ XPS». М. : 2013. 26 с.

12. Пенобетонные блоки – характеристики их достоинства, недостатки, критерии выбора и советы по использованию. URL: <https://srbu.ru/stroitelnye-materialy/97-penobetonnye-bloki-kharakteristiki.html> (дата обращения: 29.11.2022).

13. СТО-002-50845180-2008 Применение неавтоклавного монолитного пенобетона в дорожном строительстве.

УДК 656.81

Андрей Александрович Талашманов,
магистрант
(Санкт-Петербургский государственный
архитектурно-строительный университет)
E-mail: a.talashmanov98@mail.ru

Andrey Aleksandrovich Talashamanov,
Master's degree student
(Saint Petersburg State University
of Architecture and Civil Engineering)
E-mail: a.talashmanov98@mail.ru

АНАЛИЗ ФАКТОРОВ, ВЛИЯЮЩИХ НА ВОЗНИКНОВЕНИЕ ДОРОЖНО-ТРАНСПОРТНЫХ ПРОИСШЕСТВИЙ В САНКТ-ПЕТЕРБУРГЕ

ANALYSIS OF FACTORS INFLUENCING THE OCCURRENCE OF TRAFFIC ACCIDENTS IN ST. PETERSBURG

В статье приводится анализ дорожно-транспортных происшествий в Санкт-Петербурге. С помощью открытых данных Госавтоинспекции составлены графики динамики общего количества дорожно-транспортных происшествий за период с 2015 по 2021 года, а также количество погибших и раненых человек. Выявляются три наиболее проблемных вида ДТП за 2021 год. В статье приводятся основные причины и условия, влияющие на аварийность на дорогах. Более подробно приведены данные наиболее проблемных районов Санкт-Петербурга. Посредством этих данных сделаны выводы о необходимых мерах, которые следует предпринять с целью повышения безопасности дорожного движения.

Ключевые слова: безопасность движения, дорожно-транспортные происшествия (ДТП), причины ДТП, транспортная инфраструктура, обеспечение безопасности дорожного движения.

The article provides an analysis of traffic accidents in St. Petersburg. With the help of open data of the State Traffic Inspectorate, graphs of the dynamics of the total number of road accidents for the period from 2015 to 2021, as well as the number of dead and injured people, have been compiled. The three most problematic types of road accidents for 2021 are identified. The article presents the main causes and conditions affecting the accident rate on the roads. The data of the most problematic districts of St. Petersburg are given in more detail. Through these data, conclusions are drawn about the necessary measures that should be taken to improve road safety.

Keywords: traffic safety, road traffic accidents, causes of road traffic accidents, transport infrastructure, road safety.

Высокий количественный показатель дорожно-транспортных происшествий много лет является центром внимания специалистов

Государственной инспекции безопасности дорожного движения. Сохранение жизни и здоровья граждан и безопасности дорожного движения являются одними из самых важных направлений в политике. К тому же демографическое и социально-экономическое развитие определяются данными факторами. Определив факторы, влияющие на возникновение аварийных ситуаций, можно понять и предотвратить в будущем возникновение дорожно-транспортных происшествий.

Исходя из открытых данных Госавтоинспекции за период с 2015 по 2021 года наблюдается снижение количественного показателя дорожно-транспортных происшествий, что является положительной динамикой. Данные представлены в виде диаграммы (рис. 1).

Однако, чтобы сохранить данную динамику в будущем, необходимо предпринять меры по развитию дорожно-транспортной инфраструктуры. К сожалению, в настоящее время она не удовлетворяет потребностям населения и органов власти.

Значительный социально-экономический ущерб наносят дорожно-транспортные происшествия, так как приводят к травмам или даже гибели людей, а также порче материального имущества. Все это происходит по ряду причин: низкая культура участников дорожного движения и недостаточное качество транспортной инфраструктуры, которая не позволяет обеспечить должный уровень безопасности дорожного движения.

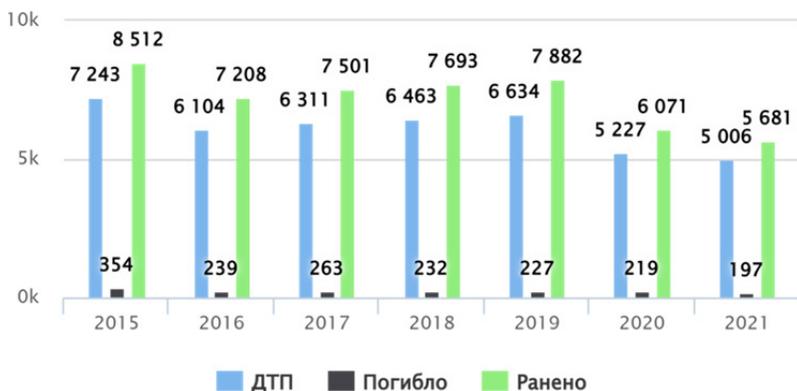


Рис. 1. Статистика дорожно-транспортных происшествий в Санкт-Петербурге

На рис. 2 представлены дорожно-транспортные происшествия по видам ДТП за весь период 2021 года.

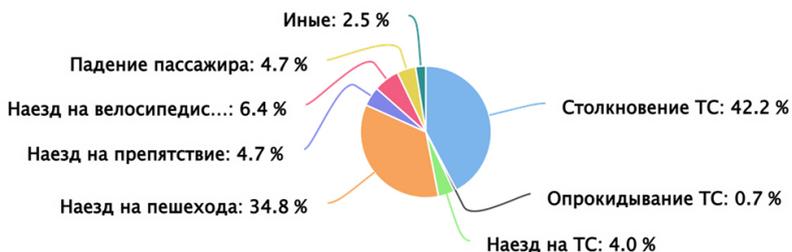


Рис. 2. Диаграмма по видам дорожно-транспортных происшествий в Санкт-Петербурге

Как видно из представленной диаграммы, основанной на данных Госавтоинспекции МВД в Санкт-Петербурге основными видами ДТП за 2021 год являются столкновение транспортных средств, наезд на пешехода и наезд на велосипедиста. Следует более подробно рассмотреть каждый вид нарушения, с целью выявления основных направлений устранения причин ДТП.

За 2021 год выявлено 2114 дорожно-транспортных происшествия при столкновении транспортных средств. Чаще всего данный вид ДТП зарегистрирован в Выборгском, Невском и Приморском районах. Количественные показатели по данным территориям представлены в виде диаграммы на рис. 3.

Изучив электронную карту Госавтоинспекции МВД в Санкт-Петербурге, можно сделать вывод, что основными факторами возникновения ДТП при столкновении транспортных средств, являются как непосредственные нарушения правил дорожного движения, так и недостатки транспортно-эксплуатационного состояния дорог. К нарушениям правил дорожного движения относятся: несоблюдение очередности проезда, нарушение требований сигналов светофора, неправильный выбор дистанции, нарушение правил перестроения, несоответствие скорости конкретным условиям движения. Недостатки зимнего содержания, отсутствие или плохая различимость горизонтальной дорожной разметки, неправильное

применение, плохая видимость или отсутствие дорожных знаков, неровное покрытие относятся к недостаткам транспортно-эксплуатационного состояния дорог.

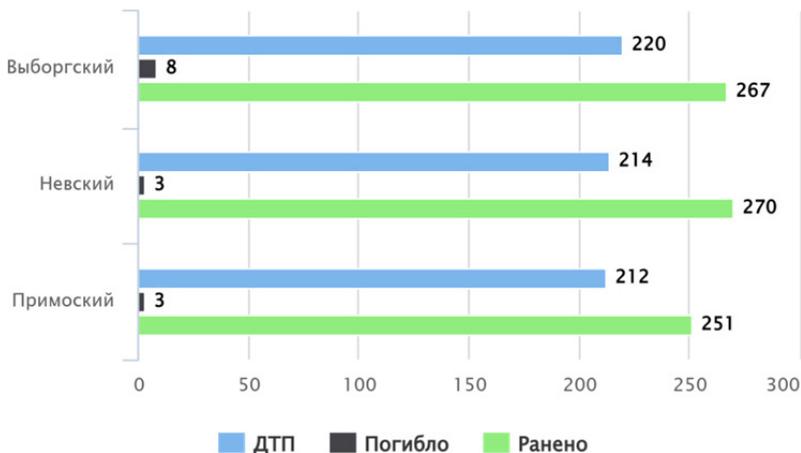


Рис. 3. Диаграмма с количественными показателями ДТП при столкновении в Санкт-Петербурге

В ходе данного исследования такой вид ДТП, как «наезд на пешехода» на первом месте по необходимости проведения ряда мероприятий с целью снижению аварийных ситуаций.

За 2021 год в Санкт-Петербурге выявлено 1742 зафиксированных случая наезда на пешехода, погибло 93 человека, 1700 были ранены. Наибольшее количество такого вида ДТП происходит в Выборгском, Калининском и Приморском районах, что отображено на диаграмме (рис. 4).

Основными факторами при возникновении ДТП при наезде на пешехода являются:

- нарушение правил проезда пешеходного перехода;
- переход через проезжую часть вне пешеходного перехода;
- отсутствие или плохая различимость горизонтальной дорожной разметки;
- неправильное применение, плохая видимость или отсутствие дорожных знаков;

- нарушение требований сигналов светофора;
- непредоставление преимущества пешеходу.



Рис. 4. Диаграмма с количественными показателями ДТП при наезде на пешехода в Санкт-Петербурге

Также необходимо отметить, что по данным Госавтоинспекции МВД произошло 1431 дорожно-транспортное происшествие, на месте которых зафиксированы нарушения обязательных требований к эксплуатационному состоянию автомобильных дорог по условиям обеспечения безопасности дорожного движения. Данная цифра составляет 28,6 % от общего количества ДТП за год, что является показателем низкого качества дорожной инфраструктуры.

Проанализировав представленные факторы, можно сделать вывод, что важным элементом обеспечения дорожной безопасности является обустройство и общие затраты на содержание дорог. Наблюдается прямая зависимость: при улучшении обустройства снижается аварийность. Необходимо развивать автодорожную сеть и одновременно воздействовать на культуру участников дорожного движения.

Литература

1. Интернет-ресурс. URL: <http://stat.gibdd.ru/> (дата обращения: 15.11.22).
2. Интернет-ресурс. URL: <https://dspace.ncfu.ru/bitstream/20.500.12258/5134/1/95-99.pdf> (дата обращения: 10.11.22).
3. Интернет-ресурс. URL: <https://dornadzor-sz.ru/nashi-publikaczii/avarijnost-na-dorogah-novye-metody-analiza/> (дата обращения: 12.11.22).
4. Интернет-ресурс. URL: <https://dornadzor-sz.ru/wp-content/uploads/2020/09/05.2019-transport-rossijskoj-federaczii-%E2%84%965.pdf> (дата обращения: 03.11.22).
5. Интернет-ресурс. URL: <https://cyberleninka.ru/article/n/analiz-faktorov-vliyauschih-na-veroyatnost-voznikoveniya-dorozhno-transportnyh-proisshestviy> (дата обращения: 01.11.22).

УДК 625.7/.8

Григорий Владимирович Теницкий,
студент
Павел Сергеевич Платонов,
студент
(Санкт-Петербургский государственный
архитектурно-строительный университет)
E-mail: grigoriitenitskii@gmail.com,
pferm@yandex.ru

Grigorii Vladimirovich Tenitskii,
student
Pavel Sergeevich Platonov,
student
(Saint Petersburg State University
of Architecture and Civil Engineering)
E-mail: grigoriitenitskii@gmail.com,
ferm@yandex.ru

ОСОБЕННОСТИ ПРИМЕНЕНИЯ КОМПОЗИТНЫХ МАТЕРИАЛОВ В ДОРОЖНОМ СТРОИТЕЛЬСТВЕ

FEATURES OF THE APPLICATION OF COMPOSITE MATERIALS IN ROAD CONSTRUCTION

В этой статье обсуждаются потенциальные преимущества и проблемы использования переработанного пластика в дорожном строительстве как средства сокращения пластиковых отходов и повышения устойчивости дорог. В статье подчеркивается долговечность и эффективность переработанного пластика, а также его потенциал для снижения воздействия на окружающую среду традиционных материалов для строительства дорог, таких как асфальт и бетон. В статье также описываются различные методы включения переработанного пластика в материалы для строительства дорог и определяется необходимость дальнейших исследований для оптимизации этих методов и решения потенциальных проблем, таких как химическое выщелачивание. В целом, в статье представлен всесторонний обзор текущего состояния исследований по использованию переработанного пластика в дорожном строительстве и подчеркивается потенциал этого материала для создания более устойчивых и долговечных дорог в будущем.

Ключевые слова: переработанный пластик, дорожное строительство, пластиковые отходы, долговечность, воздействие на окружающую среду, переработка.

This article discusses the potential benefits and challenges of using recycled plastic in road construction as a means of reducing plastic waste and improving the sustainability of roads. The article highlights the durability and performance of recycled plastic, as well as its potential to reduce the environmental impacts of traditional road construction materials such as asphalt and concrete. The article also describes different methods for incorporating recycled plastic into road construction materials and identifies the need for further research to optimize these methods and address potential issues such as chemical leaching. Overall, the article presents a comprehensive overview of the current state of research on the use of recycled plastic in road construction and highlights the potential for this material to contribute to more sustainable and durable roads in the future.

Keywords: recycled plastic, road construction, plastic waste, durability, environmental impact, recycling.

В последние годы использование переработанного пластика в дорожном строительстве привлекает все большее внимание как средство сокращения пластиковых отходов и смягчения негативного воздействия на окружающую среду традиционных материалов для строительства дорог. Пластиковые отходы являются одним из основных источников глобального загрязнения, и их переработка в полезные продукты может значительно уменьшить их воздействие на окружающую среду. В дорожном строительстве переработанный пластик можно использовать в качестве альтернативы традиционным материалам, таким как асфальт и бетон.

Одним из основных преимуществ использования переработанного пластика в дорожном строительстве является его долговечность. Пластик устойчив к износу из-за атмосферных воздействий, и было показано, что дороги, сделанные из переработанного пластика, имеют более длительный срок службы, чем дороги, сделанные из традиционных материалов. Это может привести к значительной экономии средств на содержание и ремонт дорог.

В дополнение к своей долговечности переработанный пластик также может снизить общую стоимость дорожного строительства. Производство традиционных материалов для строительства дорог, таких как асфальт и бетон, требует значительного количества энергии и ресурсов, в то время как производство переработанного пластика требует меньше энергии и производит меньше выбросов парниковых газов. Это может помочь уменьшить углеродный след проектов дорожного строительства и способствовать достижению общей цели по сокращению выбросов парниковых газов.

Существует несколько способов включения переработанного пластика в дорожно-строительные материалы. Одним из распространенных методов является использование пластика в качестве частичной замены битума в асфальтобетонных смесях. Было доказано, что это повышает долговечность и производительность полученного асфальта, а также снижает количество требуемого исходного битума. Оптимальное соотношение переработанного пластика и битума можно рассчитать по следующей формуле:



Рис. 1. Дорога, сделанная из переработанного пластика

$$\text{Оптимальное соотношение} = \frac{\sigma_{\text{переработанного пластика}}}{\sigma_{\text{битума при растяжении}}} \cdot \frac{d_{\text{переработанного пластика}}}{d_{\text{вес битума}}}$$

где σ – «предел прочности» относится к способности материала выдерживать нагрузку, а d – «удельный вес», относится к плотности материала.

Другой подход заключается в использовании переработанного пластика в качестве заполнителя в бетонных смесях. Это может повысить прочность и долговечность бетона, а также уменьшить количество необходимых натуральных заполнителей.



Рис. 2. Процесс введения переработанного пластика в дорожно-строительные материалы, включая такие этапы, как измельчение и смешивание с традиционными материалами

Несмотря на потенциальные преимущества использования переработанного пластика в дорожном строительстве, использование этого материала все еще относительно ограничено. Одной из основных проблем является необходимость дальнейших исследований для оптимизации переработки и включения переработанного пластика в материалы для строительства дорог. Это включает в себя разработку методов эффективного и действенного измельчения и смешивания пластика с традиционными дорожно-строительными материалами, а также определение оптимальных соотношений пластика и традиционных материалов для различных областей применения.

Еще одна потенциальная проблема – возможность выщелачивания химических веществ из пластика в окружающую среду. Некоторые виды пластика могут содержать токсичные химические вещества, которые потенциально могут попасть в почву или водоемы, что приведет к загрязнению окружающей среды. Необходимы дальнейшие исследования для решения этой проблемы и разработки методов эффективного управления потенциальными рисками, связанными с использованием переработанного пластика в дорожном строительстве.

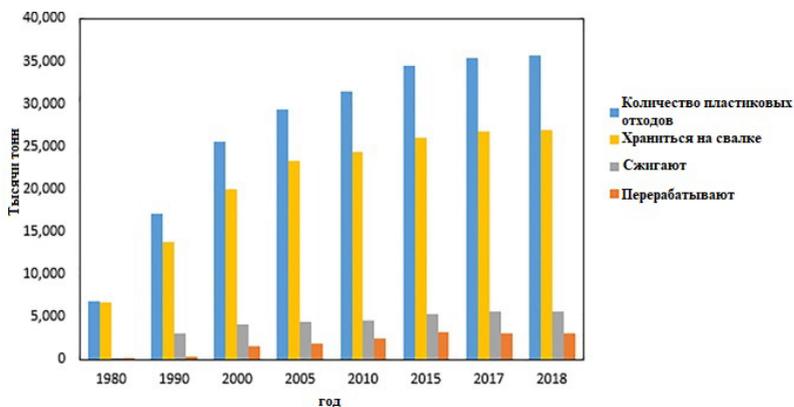


Рис. 3. Что происходит с пластиком после его использования

В целом, использование переработанного пластика в дорожном строительстве может значительно сократить количество пластиковых отходов, повысить долговечность и экологичность дорог, а также смягчить негативное воздействие традиционных материалов для строительства дорог на окружающую среду. Необходимы дальнейшие исследования для оптимизации переработки и включения переработанного пластика в материалы для строительства дорог, а также для решения потенциальных проблем, таких как возможность выщелачивания химических веществ из пластика в окружающую среду.

Литература

1. "Recycling of Waste Plastic Packaging in a Blast Furnace System" by T. Ohno and T. Kameyama, published in Ironmaking & Steelmaking, 2004.
2. "Feasibility of using recycled plastic in asphalt concrete mixtures" by M. A. Ayad and M.S. Al-Qadi, published in Construction and Building Materials, 2010.
3. "Life cycle assessment of using recycled plastic in road construction" by A. Al-Salem and A. Al-Homoud, published in Journal of Cleaner Production, 2013.
4. "Mechanical properties of asphalt mixtures containing recycled plastic" by M. B. Abu-Lebdeh and Y. Zhang, published in Construction and Building Materials, 2014.
5. "Recycled Plastic in Bituminous Mixtures: A Review" by A. Al-Qahtani and M. Al-Thani, published in Resources, Conservation and Recycling, 2017.

УДК 625.7/.8

Александра Алексеевна Чистякова,
магистрант

Маргарита Владиславовна Серова,
магистрант

Анна Сергеевна Медведева,
магистрант

(Санкт-Петербургский государственный
архитектурно-строительный университет)

E-mail: alexandraoct@mail.ru,

serova1999@gmail.com,

medvedyadina@yandex.ru

Aleksandra Alekseyevna Chistyakova,
Master's degree student

Margarita Vladislavovna Serova,
Master's degree student

Anna Sergeevna Medvedeva,
Master's degree student

(Saint Petersburg State University
of Architecture and Civil Engineering)

E-mail: alexandraoct@mail.ru,

serova1999@gmail.com,

medvedyadina@yandex.ru

АНАЛИЗ ЗАВИСИМОСТИ ДЕФОРМАЦИОННЫХ ХАРАКТЕРИСТИК ТОРФА ОТ НАГРУЗКИ И ПРИРОДНОЙ ВЛАЖНОСТИ

ANALYSIS OF THE DEPENDENCE OF THE DEFORMATION CHARACTERISTICS OF PEAT ON THE LOAD AND NATURAL HUMIDITY

В статье исследуется зависимость деформационных характеристик торфяного основания от нагрузки, приложенной на данное основание при отсыпке насыпи, а также от природной влажности самого торфяного грунта. Для определения зависимости используются данные нормативных документов, а также регрессионный анализ для выведения не табличной, а формульной зависимости приведенных выше характеристик. Также в статье при помощи анализа мероприятий, производимых при строительстве на слабых грунтах, определяется диапазон возникающих нагрузок на торфяное основание в реальных условиях. В результате определения диапазона нагрузок построена таблица с более широким спектром значений модуля деформации.

Ключевые слова: торфяные грунты, слабые основания, модуль деформации, нагрузка, степенная регрессия.

The article examines the dependence of the deformation characteristics of the peat base on the load applied to this base when filling the embankment, as well as on the natural humidity of the peat soil itself. To determine the dependence, data from regulatory documents are used, as well as regression analysis to derive not a tabular, but a formula dependence of the above characteristics. Additionally, in the article, using the analysis of measures taken during construction on weak soils, the range of emerging loads on the peat base in real conditions is determined. As a result of determining the load range, a table with a wider range of values of the deformation modulus is constructed.

Keywords: highly organic soil, weak subgrades, module of deformation, external forces, power regression.

Торфяные грунты широко распространены в России и в других странах, что приводит к частому столкновению строительной сферы с торфяными основаниями. В России сосредоточено от 40 до 60 % мировых запасов этого ценного природного сырья [1] Согласно ГОСТ 25100-2020 «Грунты. Классификация»: «торф (торфяной грунт): Органический грунт болотного, озерного или аллювиально-болотного генезиса, содержащий в своем составе по массе 50 % и более органического вещества, представленного преимущественно растительными остатками» [2].

Согласно п. 4.14 методического пособия по проектированию оснований и фундаментов на органоминеральных и органических грунтах: «расчет оснований, сложенных такого вида грунтами, следует проводить в соответствии с требованиями раздела 5 СП 22.13330.2016» [3], который предлагает при проектировании проверять основания по двум группам предельных состояний. К первой группе относятся состояния, приводящие основание к полной непригодности в эксплуатации, такие как потеря устойчивости, разрушение, резонансные колебания, чрезмерные деформации и другие. Ко второй же группе предельных состояний относятся состояния, затрудняющие нормальную эксплуатацию сооружения, снижающие его долговечность вследствие недопустимых перемещений. Такими состояниями являются подъемы, прогибы, колебания, трещины и осадки.

Также в соответствии с п. 5.3.3 СП 22.13330.2016: «Основными параметрами механических свойств грунтов, определяющими несущую способность оснований и их деформации, являются прочностные и деформационные характеристики грунтов (угол внутреннего трения φ , удельное сцепление c , коэффициент поперечной деформации ν грунтов и модуль деформации E)».

В данной работе, в частности, будет рассмотрена одна из приведенных выше характеристик грунта – модуль деформации, который используется при расчете по второму предельному состоянию, а именно для определения осадки.

Целью данной работы является усовершенствование методики определения модуля деформации в зависимости от нагрузки и природной влажности.

Задачами работы являются:

- выведение формульной зависимости модуля деформации торфяного грунта от нагрузки и природной влажности
- определение реальных нагрузок, возникающих на поверхности болота, и, вследствие, определение пределов использования выведенной зависимости

Для отображения табличной зависимости модуля деформации от нагрузки и природной влажности были использованы данные табл. А.1 Приложения 1 ОДМ 218.4.4.002-2020 [4].

Таблица 1

Зависимость модуля деформации от нагрузки и природной влажности

Природная влажность, %	Модуль деформации ϵ при нагрузке p , МПа	
	0,05	0,1
300	0,25	0,33
600	0,15	0,23
900	0,11	0,19
1200	0,09	0,17

Вследствие применения множественной степенной регрессии, по данным выше представленной таблицы была выведена формульная зависимость модуля деформации торфяного грунта от нагрузки и природной влажности:

$$y = 56,8 \cdot p^{0,68} \cdot W^{-0,61}$$

где p – нагрузка, Мпа; W – природная влажность, %

Для определения погрешности выведенной зависимости была составлена таблица 2 с ее использованием, аналогичная табл. 1. При сравнении данных табл. 1 и табл. 2 среднеквадратическое отклонение значений составило 0,03 %.

Таблица 2

**Зависимость модуля деформации от нагрузки и природной влажности
со значениями, полученными на основе выведенной зависимости**

Природная влажность, %	Модуль деформации ϵ при нагрузке p , МПа	
	0,05	0,1
300	0,23	0,37
600	0,15	0,24
900	0,12	0,19
1200	0,1	0,16

Для определения диапазона нагрузок, действующих на торфяной грунт в реальных условиях, были проанализированы мероприятия, устраиваемые на болотах в зависимости от глубины слабой толщи.

Исходя из таблицы 3 указаний по проектированию земляного полотна автомобильных дорог на болотах [5] при глубине залегания до 4 м на болотах I типа наиболее распространено полное выторфовывание. Следовательно, минимальная высота насыпи, сооружаемая на болотах без проведения полного выторфовывания, составляет 2 м по табл. 3.2 пособия по проектированию земляного полотна автомобильных дорог на слабых грунтах [6]. Максимальная высота, примерно соответствующая высоте насыпей на подходах к путепроводу, в данной работе принята 6 м. В качестве насыпного грунта принят песок средней крупности маловлажный с плотностью 1,77 г/см³ [7].

На основе предыдущих заключений были выявлены пределы нагрузок, возникающих на поверхности слабого основания: от 0,03 МПа до 0,11 МПа, на основании которых, с помощью выявленной ранее формульной зависимости, была составлена таблица с более широким спектром значений модуля деформации (табл. 3).

Таблица 3

Зависимость модуля деформации от нагрузки и природной влажности

Природная влажность, %	Модуль деформации ϵ при нагрузке p , МПа								
	0,03	0,04	0,05	0,06	0,07	0,08	0,09	0,10	0,11
300	0,161	0,196	0,228	0,258	0,287	0,314	0,341	0,366	0,39
400	0,135	0,165	0,192	0,217	0,241	0,264	0,286	0,307	0,328
500	0,118	0,144	0,167	0,189	0,21	0,23	0,249	0,268	0,286
600	0,106	0,129	0,15	0,169	0,188	0,206	0,223	0,24	0,256
700	0,096	0,117	0,136	0,154	0,171	0,187	0,203	0,218	0,233
800	0,089	0,108	0,126	0,142	0,158	0,173	0,187	0,201	0,215
900	0,083	0,1	0,117	0,132	0,147	0,161	0,174	0,187	0,2
1000	0,077	0,094	0,11	0,124	0,138	0,151	0,163	0,176	0,187
1100	0,073	0,089	0,103	0,117	0,13	0,142	0,154	0,166	0,177
1200	0,069	0,084	0,098	0,111	0,123	0,135	0,146	0,157	0,168

В ходе исследования была предложена усовершенствованная методика определения модуля деформации органических грунтов в зависимости от нагрузки и влажности с использованием выведенной формульной зависимости, а также с помощью применения данной зависимости сформирована расширенная таблица для определения модуля деформации в диапазоне нагрузок, реально возникающих на слабых грунтах.

Литература

1. Единый государственный реестр почвенных ресурсов России. Версия 1.0 // Почвенный ин-т им. В. В. Докучаева Россельхозакадемии. [Текст]. – М., 2014 – С. 768.
2. ГОСТ 25100-2020 Грунты. Классификация.
3. СП 22.13330.2016 Основания зданий и сооружений. Актуализированная редакция СНиП 2.02.01-83* (с Изменениями № 1, 2, 3, 4).
4. ОДМ 218.4.4.002-2020 Методические рекомендации по использованию существующих насыпей из слабых и обводненных грунтов при реконструкции автомобильных дорог.
5. Указания по проектированию земляного полотна автомобильных дорог на болотах, 1963 г.
6. Пособие по проектированию земляного полотна автомобильных дорог на слабых грунтах, 2004 г.
7. Семенова Л. К. Физико-механические свойства песчаных грунтов Санкт-Петербурга, грунтоведение, 2018 г., С. 57–63.

УДК 625.731.3

Сергей Александрович Чудинов,
канд. техн. наук, доцент
Константин Васильевич Ладейщиков,
аспирант
(Уральский государственный
лесотехнический университет)
E-mail: chudinovsa@m.usfeu.ru

Sergey Alexandrovich Chudinov,
PhD in Sci. Tech., Associate Professor
Konstantin Vasilyevich Ladeishchikov,
postgraduate student
(Ural State Forest
Engineering University)
E-mail: chudinovsa@m.usfeu.ru

СПОСОБЫ ПониЖЕНИЯ ГРУНТОВЫХ ВОД ПРИ СТРОИТЕЛЬСТВЕ ЛЕСОВОЗНОЙ ДОРОГИ

METHODS OF LOWERING GROUNDWATER DURING CONSTRUCTION LOGGING ROAD

При строительстве автомобильных дорог, включая лесовозные, выполняется комплекс работ по строительству водопропускных, водоотводящих, и перехватывающих грунтовые воды инженерных сооружений. Данные защитные сооружения выполняются, как правило, на всех объектах строительства лесовозных автомобильных дорог, основная цель которых обеспечение устойчивости и целостности земляного полотна. В статье рассмотрен один из возможных вариантов понижения и перехвата грунтовых вод при строительстве лесовозных дорог, путем устройства комбинированного дренажа, включающего горизонтальные продольные дренажи с рядом вертикальных смотровых колодцев, служащих для ревизии и сбора вод от горизонтально-поперечных дренажей.

Ключевые слова: лесовозная дорога, поверхностные воды, грунтовые воды, дренажи мелкого и глубокого заложения, понижение уровня грунтовых вод.

During the construction of highways, including timber roads, a complex of works is carried out on the construction of culverts, drainage, and groundwater interception engineering structures. These protective structures are carried out, as a rule, at all construction sites of logging roads, the main purpose of which is to ensure the stability and integrity of the roadbed. The article discusses one of the possible options for lowering and intercepting groundwater during the construction of logging roads, by installing a combined drainage, including horizontal longitudinal drains with a number of vertical inspection wells, which serve for inspection and collection of water from horizontal transverse drainages.

Keywords: logging road, surface water, groundwater, shallow and deep drainage, lowering the groundwater level.

При строительстве лесовозной дороги и для ее дальнейшей долговременной эксплуатации особое внимание необходимо уде-

лять местам с высоким уровнем грунтовых вод и с пониженным рельефом, так как в этих местах будет регулярно, в определенные периоды, скапливается поверхностная вода и воздействовать на элементы лесовозной дороги. Указанные зоны необходимо заранее выявлять, определять их размеры и разрабатывать специальные мероприятия отводу воды и осушению грунта.

В городской среде отвод поверхностных вод решается различными способами: скважинный водозабор, иглофильтровый способ, дренажи, лучевой водозабор и открытый водоотлив. В местах расположения лесовозных дорог, особенно расположенных непосредственно около площадок заготовки леса (лесовозные ветки и усы), многие известные способы водоотвода экономически нецелесообразны или технически невыполнимы.

При строительстве автомобильной дороги, включая лесовозные, выполняют комплекс инженерных сооружений, такие как линейные, горизонтальные дренажи открытого типа (боковые водосточные системы), или и закрытого типа (из перфорированных труб), расположенные в теле земляного полотна [1, 2] и отводящих воду в боковые системы или далее в более пониженные места в сторону от земляного полотна. Данные защитные сооружения выполняют с целью обеспечения устойчивости и целостности земляного полотна, что обеспечит долговечность дорожной одежды.

В первую очередь, для лесовозной дороги на всей ее протяженности необходимо предусматривать, и сохранять на всем времени эксплуатации поверхностный водоотвод, т.е. поперечные уклоны проезжей части (на прямолинейных участках предпочтительней двухсторонние) и поперечные уклоны обочин, а также боковые продольные каналы с продольными уклонами.

В тех местах, где по результатам изысканий выявлен высокий уровень грунтовых вод, или в потенциально подтопляемых низких участках рельефа, необходимо на стадии строительства дороги, устраивать простые и дешевые, сооружения и системы для регулярного отвода или понижения грунтовых вод: дренажи глубокого заложения, дренажные прорези, дренажи мелкого заложения, подкюветные дренажи, закюветные дренажи, а также дренирующие слои земляного полотна из сетчатых конструкций [3] или

общепринятые дренирующие прослойки из геосинтетических материалов и геокомпозитов.

Продольный уклон водоотводных систем не обязательно привязывать к рельефу местности, допустимы комбинации открытых и закрытых систем отвода: смешанный тип водоотвода. Таким образом, открытые системы водоотвода могут переходить в закрытые [4]. Особенно это актуально в локально неблагоприятных для эксплуатации дорог участках рельефа местности, которых, в соотношении со всей протяженности автомобильной дороги, гораздо меньше, чем мест со среднестатистическими допустимыми условиями.

При отводе поверхностной воды с полотна дороги необходимо заблаговременно решить вопрос защиты откосов дороги от размыва путем засева травы, использования тяжелых грунтов, если это возможно, устройство сборных бетонных или габионных конструкций, или применение различных геосинтетических материалов.

Большой вред лесовозным дорогам наносят подземные грунтовые воды. Подъем грунтовых вод, в пределах полосы отвода автомобильных дорог не виден визуально, но последствия этого проявляются слишком поздно и поэтому приходится выполнять восстановительные строительные работы, ограничивая движение, или полностью останавливать движение транспорта.

Передовые мировые технологии по геотехническому мониторингу земляного полотна автомобильных дорог в нашей стране еще в прошлом веке должны были стать обычными мерами, однако до сих пор не применяются повсеместно, поскольку цены данного оборудования и стоимость самого мониторинга являются высокими. Автоматизация геотехнического мониторинга включает в себя сбор измерений, ее первичную обработку, сопоставление контролируемых показателей с программной базой, визуализацией результатов, хранение и передача далее полученной информации. Такие опережающие мероприятия при получении достоверной информации о состоянии тела насыпи автомобильной дороги, в конечном счете экономически предпочтительны, чем капитальный ремонт участка дороги.

При строительстве лесовозных автомобильных дорог в условиях неблагоприятных участках местности следует устраивать

горизонтальные дренажные сети мелкого заложения (до 4,0 м от бровки земляного полотна), а в некоторых местах и глубокого заложения (более 4,0 м), чтобы понизить или полностью перехватить грунтовые воды.

Дренажи глубокого заложения могут подразделяться на совершенный и несовершенный типы. Совершенный дренаж полностью прорезает водоносный слой, а несовершенный дренаж частично прорезает водоносный слой, не доходя основанием до водоупорного слоя и располагаются ниже глубины промерзания.

Даже на прямолинейных участках, дренажные сети, лучше располагать с двух сторон дороги, так как будет более интенсивное понижение грунтовых вод и располагать за границами кюветов, так как в кюветы обычно стекают атмосферные осадки, которые лучше отводить отдельно от грунтовых вод.

Двухсторонние дренажные сети представляют собой две продольные траншеи с двух сторон дороги, например, глубиной до 4,0 м и в поперечном сечении клиновидной формы, шириной в основании 1,0 м, заполненные зернистым материалом по принципу, чем ниже, тем выше фракция материала (крупная фракция укладывается в основание дренажа). В верхней части дренажной канавы устраивается замок из глины, не допускающий попадания поверхностных вод.

В самом основании дренажа укладываются дренажные хризотилцементные, бетонные, керамические, композитные, стеклопластиковые и др. трубы, заполненные, также зернистым материалом [5].

Продольные уклоны трубчатого дренажа устраивают с уклоном 2–3 ‰, в зависимости от грунтов максимальная скорость течения воды в дренажных трубах до 1,0 м/с. Уклон беструбчатого дренажа должен быть выше 20 ‰.

В двухстороннем дренаже глубокого заложения, не совершенного типа кривая депрессии в центре дороги имеет как правило высокий уровень (рис. 1).

При строительстве лесовозных дорог эффективно выполнять горизонтальные закуветные дренажи мелкого заложения, представляющие собой траншеи прямоугольной или клиновидной

формы в сечении, глубиной до 3,0 м. На подготовленное основание траншеи следует укладывать с уклоном дренажные трубы. Вдоль траншей установить сборные смотровые колодцы $\varnothing 1,0$ м, с шагом, принятым согласно расчетному притоку воды. С шагом расположения смотровых колодцев по основанию траншеи и колодцев следует выполнять поперечные траншеи на той же глубине, соединяющие обе дренажные траншеи между собой.

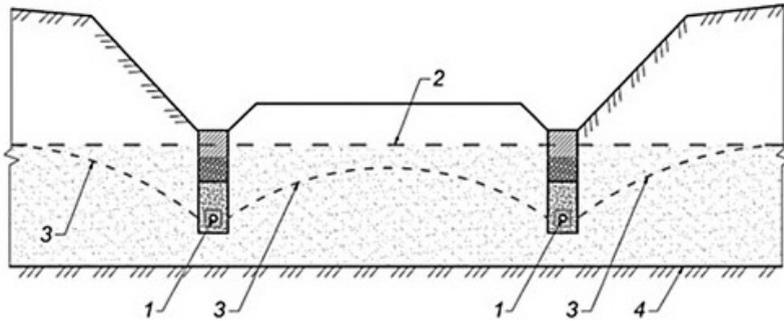


Рис. 1. Двусторонний подкюветный дренаж глубокого заложения несовершенного типа: 1 – дренажная трубка с щебеночной засыпкой; 2 – уровень грунтовых вод до понижения; 3 – кривая депрессии после устройства дренажа; 4 – водоупорный слой

Основные продольные дренажи заполняются зернистым материалом на всю высоту в такой последовательности: сначала дренажные трубы засыпаются крупным песком на высоту 0,3 м, далее устраивают дренирующий материал крупной фракции и по верху траншеи укладывается слой глины (глиняный замок). Основание поперечных дренажных канав следует выполнить с уклонами к смотровым сборным колодцам на которое укладывают дренажные трубы. Поперечные трубы укладываются с уклоном от центра дороги к смотровым колодцам. Траншеи поперечных дренажей заполнить зернистыми материалами на высоту 0,6 м, в аналогичной последовательности и далее возвращается существующий грунт с послойным уплотнением, т.е. осуществляется обратная засыпка траншеи.

Устройство комбинированного дренажа, включающего горизонтальные продольные дрены с рядом вертикальных смотровых

колодцев, служащих для ревизии и сбора вод, от горизонтально-поперечных дренажей позволит выровнять кривую уровня грунтовых вод в поперечном сечении дороги, т. е. позволит более интенсивней и по всей ширине дороги отводить грунтовые воды (рис. 2). При этом имея на проблемных участках смотровые колодцы можно визуально контролировать подъем грунтовых вод.

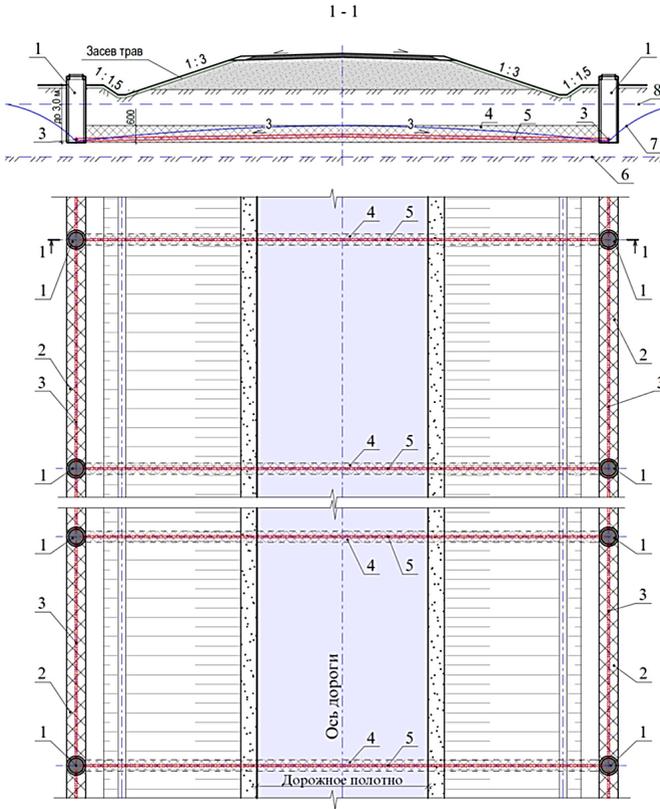


Рис. 2. Фрагмент дороги с комбинированным дренажом:
 1 – смотровые сборные колодцы; 2 – закуветный продольный дренаж;
 3 – продольные дренажные трубы; 4 – поперечные дренажи;
 5 – поперечные дренажные трубы; 6 – водоупорный слой;
 7 – кривая депрессии после устройства комбинированного дренажа;
 8 – уровень грунтовых вод до понижения

На любой строящейся лесовозной дороге, есть участки, с допустимым уровнем грунтовых вод, позволяющим не выполнять специальных мероприятий по их понижению. Таких участков, от общей протяженности дороги, всегда больше. Но есть и участки с пониженным рельефом или высоким уровнем грунтовых вод, где необходимо выполнять специальные мероприятия по понижению или перехвату грунтовых вод. Стоимость строительства отдельных участков лесовозной дороги, где необходимо применить изложенный способ комбинированного дренажа, будет значительно выше стоимости строительства участка без дренажей. Однако, в целом при реализации данного способа общая стоимость строительства всего линейного сооружения вырастет незначительно, при этом будет очевидным экономический эффект от снижения затрат по ремонтам с учетом увеличения срока службы и надежности лесовозной дороги [6].

Литература

1. Жалко М. Е. Повышение эффективности работы дренажных сооружений лесовозных автомобильных дорог в зимних условиях. Автореферат диссертации на соискание ученой степени кандидата технических наук. Архангельск: 2022.
2. Чудинов С. А. Проектирование и строительство автомобильных дорог в сложных природных условиях: учебное пособие / С. А. Чудинов; Министерство науки и высшего образования Российской Федерации, Уральский государственный лесотехнический университет. – Екатеринбург: УГЛТУ, 2022. – 96 с.
3. Шаров А. Ю., Савсюк М. В., Ладейщиков К. В., Ладейщиков Н. В. Преимущества сборных оснований из сетчатых конструкций при строительстве нежестких дорожных покрытий. XVIII Всероссийская (национальная) научно-техническая конференция студентов и аспирантов «Научное творчество молодежи – лесному комплексу России» Екатеринбург: Урал. гос. лесотехн. ун-т, 2022, С. 421–426.
4. ГОСТ Р 59611-2021 «Дороги автомобильные общего пользования. Система водоотвода. Требования к проектированию». Москва, 2021.
5. ОДМ 218.2.055-2015 «Рекомендации по расчету дренажных дорожных конструкций», ФГБУ «РОСДОРНИИ», М. : 2018.
6. Шаламова Е. Н. Внедрение инновационных технологий, конструкций и материалов в дорожном хозяйстве / Е. Н. Шаламова, С. А. Чудинов // Фундаментальные и прикладные исследования молодых ученых [Электронный ресурс]: сборник материалов III Международной научно-практической конференции студентов, аспирантов и молодых ученых 07–08 февраля 2019 г. – Электрон. дан. – Омск, СибАДИ 2019. С. 245–248.

УДК 625.7/.8

Арина Васильевна Фиалка,
магистрант
(Санкт-Петербургский государственный
архитектурно-строительный университет)
E-mail: fialka.arinaa@yandex.ru

Arina Vasilevna Fialka,
Master's degree student
(Saint Petersburg State University
of Architecture and Civil Engineering)
E-mail: fialka.arinaa@yandex.ru

ТРАНСПОРТНАЯ БЕЗОПАСНОСТЬ: НОВЫЕ ТЕХНОЛОГИИ, ЗАДАЧИ И ПУТИ РЕШЕНИЯ

TRANSPORT SECURITY: NEW TECHNOLOGIES, OBJECTIVES AND SOLUTIONS

Проблема в обеспечении транспортной безопасности в последнее время становится наиболее актуальной. Особенную опасность вызывают угрозы террористического характера, которые из года в год используют более изощренные методы и становятся еще масштабнее. По этой причине необходимо более новое техническое оснащение и быстрая реакция соответствующих организаций, а также новые методы и средства обеспечения защиты транспортных средств и инфраструктуры. В статье исследуются вопросы противодействия актам незаконного вмешательства в данной области, ключевые технологические направления, актуальные проблемы в области обеспечения транспортной безопасности, состояние нормативно-правового регулирования.

Ключевые слова: транспортная безопасность, транспорт, обеспечение, транспортная компания, угроза, система защиты.

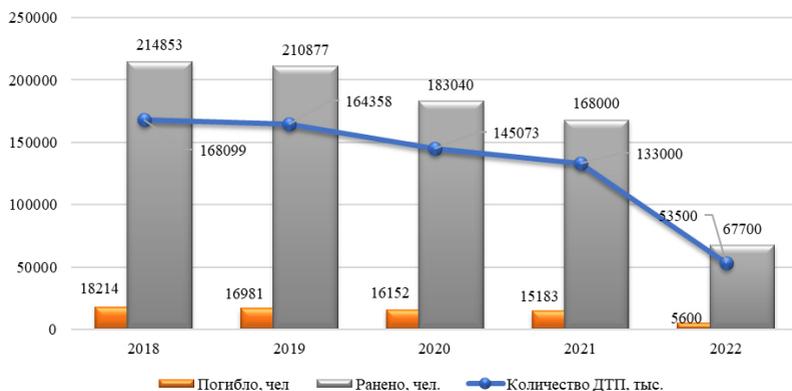
The problem of ensuring transport security has recently become the most urgent. Of particular danger are threats of a terrorist nature, which from year to year use more sophisticated methods and become even larger. For this reason, newer technical equipment and a quick reaction of the relevant organizations are needed, as well as new methods and means to ensure the protection of vehicles and infrastructure. The article examines the issues of countering acts of unlawful interference in this area, key technological areas, current problems in the field of transport security, the state of legal regulation.

Keywords: transport security, transport, provision, transport company, threat, protection system.

Современные системы транспортной безопасности за последнее десятилетие прошли по пути развития от простого объединения технических средств защиты на одной платформе до комплекса автоматических систем, обладающих высокой степенью анализа

и всесторонней структурой по сбору и обработке данных. Но уровень развития транспортной структуры выдвигает более новые требования к системам безопасности, формирующих современные способы создания подобных систем, основанных на теории оптимального контроля и уровне безопасности [с. 131].

Транспортный комплекс представляет собой технически сложный объект с большой концентрацией людей, поэтому именно здесь чаще всего случаются происшествия с пострадавшими как с летальным исходом, так и с получением травм различной степени тяжести [2, с. 132]. Так, согласно общей статистике дорожно-транспортных происшествий за период 2017–2022 гг., наблюдается тенденция к снижению количества ДТП (см. рис.).



Статистика дорожно-транспортных происшествий за 2017–2022 гг. [4]

Как видно из рис. 1, в 2021 г. снижение по общему количеству ДТП в сравнении с 2018 г. составило 35 099 чел., или 21 %. По количеству погибших в 2021 на 3031 чел. в сравнении с 2018 г., т. е. снижение составило 16,64 %, по количеству получивших травмы – 46 853 чел. (21,8 %). В данных показателях существенную долю занимают аварии на легковом автотранспорте, причина которых заключается в: несоблюдении режима труда и отдыха, осуществление нелегальных грузовых и пассажирских перевозок, в плохо продуманной и мало оснащенной транспортной инфраструктуре и несоблюдении техники безопасности на транспорте, а также

на транспортных средствах общественного пользования. Как видно из статистики, с каждым годом количество аварий значительно снижается, что говорит о том, что меры по технике безопасности на транспорте все же работают, но, тем не менее, требуют значительных доработок [4].

Так как транспортные средства – это место наибольшего скопления людей, то именно они наиболее подвержены террористическим атакам – так с каждым годом фиксируется более 70 % случаев несанкционированного воздействия [5]. В России одним из самых трагичных случаев является теракт, произошедший в г. Волгоград 21 октября 2013 года. В городском автобусе в Красноармейском районе была взорвана взрывчатка, сделанная из 2 тротильовых шашек и 2 гранат, снабженных поражающими элементами – шурупами и металлической стружкой. Согласно установленным фактам Следственного комитета, устройство было приведено в действие смертницей. По официальным данным в результате теракта 8 человек погибло и 37 получили ранения разной степени тяжести.

Это происшествие показало, насколько необходимо формирование действительно эффективной системы безопасности на транспорте и в транспортной инфраструктуре, причем это должны быть приоритетные направления деятельности как органов исполнительной власти и административных отделений на федеральном уровне, а также и самих транспортных компаний, независимо от формы собственности. Также стоит отметить взрыв Крымского моста в октябре 2022 года, когда в грузовом транспорте, пройдя длинный путь по многим регионам зарубежья и по территории России, не была обнаружена взрывчатка, что говорит о недостойной точности проведения проверки, ненадлежащего оборудования, несоответствующего современным техническим стандартам. [3, с. 59–60]

В 2010 г. ФСБ РФ были сформулированы временные требования к техническим средствам обеспечения транспортной безопасности. При этом, в требованиях предлагалось применение двенадцати зонной проходной рамки-металлодетектора и двухракурсных интроскопов. Это обосновано тем, что в час-пик, когда образуется большое скопление людей, оператор намного быстрее проводит проверку досмотра и получает больше необходимой информации.

Так как транспортная безопасность напрямую связана с национальной безопасностью всего государства, то и ее контроль должен осуществлять соответствующими нормативно-правовыми документами. К сожалению, технические регламенты по технике безопасности на транспорте в стандартах и сводах правил отсутствуют, как например, в Постановлении правительства РФ № 969. По этой причине, даже компании, производящие некачественные и самые дешевые рамки-металлодетекторы, могут с легкостью получить лицензию и сертификат на их использование в области транспортной безопасности. В итоге предприниматели предпочитают поставить некачественное оборудование «для галочки» перед проверяющими службами, тем самым каждый день подвергая себя и жизни сотни людей опасности.

Еще одним проблемным вопросом является отсутствие у большей части создателей и производителей технических средств реальных заказчиков. Т. е., разработчики создают изделие так, как в их понятии оно должно функционировать, и стараются их презентовать транспортным компаниям. При этом представители транспортных компаний не всегда обладают необходимым количеством знаний, чтобы понять, как правильно должно работать устройство для обеспечения транспортной безопасности.

На сегодняшний день действует только 3 нормативно-правовых документа, которые дают возможность руководителям транспортных компаний получить необходимую информацию в процессе подбора технического средства:

- ГОСТ Р 55249-2012 «Воздушный транспорт. Аэропорты. Технические средства досмотра. Общие технические требования»;
- ГОСТ Р 57238-2016 «Установки рентгено-телевизионные конвейерного типа (интроскопы). Общие технические требования»;
- методическое пособие «Планирование обеспечения транспортной безопасности на объектах транспортной инфраструктуры на стадии проектирования и строительства». [1]

Внесенные изменения в законодательстве, зафиксированные ФЗ № 270-ФЗ от 02.08.2019, исключили транспортные средства из ранее установленной системы мер (деление на категории, оценка уязвимости, создания плана мероприятий по обеспечению без-

опасности и др.). В итоге теперь для автобусов нужно создавать паспорт обеспечения транспортной безопасности ТС [3, с. 62].

При большом выборе технических средств для обеспечения транспортной безопасности информации в представленных документах явно недостаточно, требуется обновление совместно с появлением более новых усовершенствованных технологий в ногу со временем [1].

За последние десятилетие поменялась и угроза террористического характера для объектов транспортной инфраструктуры. Если до этого для осуществления теракта необходим был человек-смертник, то теперь это возможно сделать без его участия посредством применения дронов – беспилотных летательных аппаратов. Главная задача в данной ситуации заключается в своевременном пресечении проникновения на объекты транспорта таких аппаратов и готовность недопущения атаки с воздуха.

Примером применения беспилотных летательных аппаратов в целях совершения террористического акта являются события на Ближнем Востоке 14 сентября 2019 года, когда согласно новостям из Саудовской Аравии крупномасштабные нефтяные объекты начали гореть после атаки беспилотников, причем это произошло сразу после международной конференции в г. Казань [6].

Российские производители проводят анализ задач объектов транспортной инфраструктуры по части обеспечения транспортной безопасности, ведут плотную работу по созданию оптимальных требований к современному технологическому оборудованию. По итогу начали выпускаться устройства, которые обладают новейшими качественными характеристиками и позволяют наиболее рационально осуществлять деятельность отделением по транспортной безопасности.

К основным новым техническим направлениям стоит отнести следующие:

1. Волоконно-оптические системы по защите и контролю периметров и кабельных коммуникаций. Особенное качество специального кабеля из оптического волокна дает возможность его использования как в виде чувствительного датчика, так и в качестве передатчика системных данных. Формируются

специализированные системы, которые обладают рядом положительных характеристик:

- возможность настройки прибора в автоматическом режиме;
- нет ложных сигналов;
- длительный срок использования (более 20 лет);
- невысокое экономичное потребление энергии;
- работа устройства в автономном режиме от аккумуляторной батареи более 3 лет.

2. Нелинейные локаторы. В результате проведения большого количества испытаний было создано устройство, которое дает возможность на дистанционном уровне найти взрывчатые устройства под одеждой людей, а также в сумках, багажах, в том числе и на транспортной ленте. Причем, устройство обладает хорошей защитой от помех, что позволяет отличить взрывчатку от мобильных устройств, металлических частей, монет и иных элементов, что в значительной степени уменьшает количество ложных сигналов;

3. Применение рамановской спектроскопии с целью неразрушающего контролирования веществ неизвестного происхождения для проведения диагностического исследования их структуры. Основанием работы устройства является метод спектроскопии комбинированного рассеяния, что дает возможность распознавания до 4 составных элементов и их объем в сыпучей либо жидкой смеси [1];

4. Система защиты от беспилотников «Стриж-2» – представляет собой усовершенствованный вариант «Стриж» для борьбы с БПЛА с одновременным обнаружением нежелательного субъекта на расстоянии порядка 1,5 км и его ликвидации на расстоянии 1 км. Данное устройство работает в автоматическом режиме без участия сотрудника;

5. Ручной антидрон Гарпун-2М выполнен в виде ружья с целью защиты от БПЛА. Антидрон осуществляет работу в 2 режимах: «Блокировка каналов управления» и «Блокировка управления и систем навигации». В первом случае у дрона теряется связь с оператором, и он отправляется в обратном направлении на исходную точку; во втором – после недлительного полета делает посадку в месте перехвата по запрограммированному в нем алгоритму.

Все перечисленные устройства уже зарекомендовали себя на деле и активно применяются для обеспечения безопасности на транспорте. Стоит отметить, что Стриж-2 и Гарпун-2М были с успешностью использованы в военной операции в Сирии, и на сегодняшний день активно применяются на территории России. За короткий срок они смогли зарекомендовать себя в качестве надежных, эффективных и конкурентоспособных устройств по показателям практичности как на территории РФ, так и зарубежом [6].

Следуя основным проблемным вопросам в области безопасности, предлагаю рассмотреть пути решения.

1. Выполнив анализ нормативно-правового регулирования в сфере транспортной безопасности и рассмотрев основные угрозы в транспортной инфраструктуре можно сделать вывод, что законодательные нормы требуют корректировки в плане обеспечения безопасности на транспорте техническими средствами, причем конкретно по каждому виду транспорта.

2. Усилить меры защиты в области обеспечения охраны безопасности на транспорте как на уровне органов исполнительной власти, так и конкретно на каждом транспортном предприятии.

3. Активно внедрять и применять в практической деятельности все новейшие разработки российских производителей для своевременного обнаружения и ликвидации незаконного вмешательства.

4. Разработать основные требования для производителей технических устройств и транспортных компаний для исключения недопонимания обеими сторонами по работе технического устройства.

5. Использовать и применять в работе иностранные разработки с целью сравнения с отечественными, применение зарубежного опыта на практике.

Транспортная безопасность – это важная часть национальной безопасности, которой должно уделяться особенное внимание как со стороны органов власти, так и непосредственно самими транспортными компаниями, так как от этого зависят жизни сотни тысяч людей, ведь лучше заранее создать условия для обеспечения транспортной безопасности, чем потом бороться с их негативными последствиями.

Литература

1. *Болдырев В. А.* Транспортная безопасность: новые технологии, задачи и пути решения // Международный ТБ Форум Технологии безопасности. 20 августа 2018.
2. *Грищенко Е. Л.* Интегрированные системы обеспечения безопасности // Проблемы безопасности и чрезвычайных ситуаций. Научный информационный сборник. 2016. № 6. С. 131–135.
3. *Тушко И. С.* Транспортная безопасность на городском дорожном транспорте. Проблематика и пути решения // Транспортное право и безопасность. 2020. № 1(33). С. 58–67.
4. Беседа с руководителем Ространснадзора об особенностях направлений деятельности возглавляемой им Службы в условиях текущей нормативно-правовой и технологической трансформации деятельности отрасли, с учетом влияния новых реалий / Союз автотранспортных предпринимателей. URL: <http://www.uralregiontrans.ru/node/147> (дата обращения: 09.10.2022).
5. Новые угрозы транспортной безопасности / Эффективное комьюнити профессионалов. URL: <https://www.secuteck.ru/articles/novye-ugrozy-transportnoj-bezopasnosti> (дата обращения: 05.10.2022).
6. Транспортная безопасность: новые вызовы и высокотехнологичные решения / VIII Всероссийская конференция «Транспортная безопасность и технологии противодействия терроризму-2019. URL: <https://clck.ru/32L6fS> (дата обращения: 07.10.2022).

Содержание

<i>Виноградов И. А.</i> Анализ и технические решения по организации водоотведения на автомобильных дорогах низкой технической категории	3
<i>Каняфаров В. Н.</i> Подготовка геодезической основы для создания проектной поверхности	15
<i>Модин И. В., Дубовицкая О. Д., Клековкина М. П.</i> Создание цифровой информационной модели автомобильной дороги М-7 «Волга» в программном комплексе Robug.	20
<i>Науменко П. А.</i> Анализ технологии струйной цементации и современных способов ее применения	26
<i>Никулина А. А., Талашманов А. А., Квитко А. В.</i> Использование модульных островков безопасности для снижения аварийности на дорогах	31
<i>Романов Н. В.</i> Усовершенствованные материалы в слоях дорожной одежды	36
<i>Серова М. В., Чистякова А. А.</i> Виды материалов заполнителей легких насыпей земляного полотна автомобильных дорог	42
<i>Талашманов А. А.</i> Анализ факторов, влияющих на возникновение дорожно-транспортных происшествий в Санкт-Петербурге	49
<i>Теницкий Г. В., Платонов П. С.</i> Особенности применения композитных материалов в дорожном строительстве	55
<i>Чистякова А. А., Серова М. В., Медведева А. С.</i> Анализ зависимости деформационных характеристик торфа от нагрузки и природной влажности	60

<i>Чудинов С. А., Ладейщиков К. В.</i>	
Способы понижения грунтовых вод при строительстве лесовозной дороги66
<i>Фиалка А. В.</i>	
Транспортная безопасность: новые технологии, задачи и пути решения73

Научное издание

**ИННОВАЦИИ И ДОЛГОВЕЧНОСТЬ
ОБЪЕКТОВ ТРАНСПОРТНОЙ ИНФРАСТРУКТУРЫ
(МАТЕРИАЛЫ, КОНСТРУКЦИИ, ТЕХНОЛОГИИ)**

Материалы V Всероссийской
научно-практической конференции

Компьютерная верстка *О. Н. Комиссаровой*

Подписано к печати 24.01.2024. Формат 60×84^{1/16}. Бумага офсетная.

Усл. печ. л. 4,9. Тираж 300 экз. Заказ 4. «С» 2.

Санкт-Петербургский государственный архитектурно-строительный университет.
190005, Санкт-Петербург, 2-я Красноармейская ул., д. 4.

Отпечатано на МФУ. 198095, Санкт-Петербург, ул. Розенштейна, д. 32, лит. А.

ДЛЯ ЗАПИСЕЙ